



Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

A Guide for Fish Habitat Improvement in New Brunswick

S. Bastien-Daigle, A. Vromans and M. MacLean

Department of Fisheries and Oceans
Gulf Region
P.O. Box 5030
Moncton, N B
E1C 9B6

March 1991

**Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences**

No. 1786



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

**Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences 1786**

March 1991

**A Guide for Fish Habitat Improvement
in New Brunswick**

by

**Sophie Bastien-Daigle, Albert Vromans and
Melanie MacLean**

**Department of Fisheries and Oceans
Gulf Region
P.O. Box 5030
Moncton, N. B.
E1C 9B6**

Published by and available from:

Department of Fisheries and Oceans
Gulf Region
P.O. Box 5030
Moncton, N. B.
E1C 9B6

This publication is available in a field-guide format
in both official languages

Printed on recycled paper

© Minister of Supply and Services Canada 1991

Cat. No. Fs 97-6/1786E

ISSN 0706-6457

Correct citation for this publication:

Bastien-Daigle, S. , A. Vromans and M. MacLean. 1991. A Guide for Fish Habitat Improvement in
New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1786E: iv +109p.

TABLE OF CONTENTS

Abstract.....	v
1.0 Introduction.....	1
2.0 Basic Information.....	2
2.1: Getting to Know Your Stream	2
2.2: Getting to Know Your Fish.....	5
New Brunswick's aquatic life	6
It's a salmonid's life	7
2.3 : What Happens in a Drainage Basin?	10
The forces acting on water channels	11
The configuration of stream channels.....	12
2.4: Getting Your Project Underway.....	13
A word about planning.....	13
A word about safety.....	14
Considerations for project approval.....	14
Approval process.....	16
Project checklist.....	16
Aknowledgements.....	19
References.....	19
Glossary.....	23
3.0 The Fact Sheets . . .	
A. Instream debris removal.....	A1
B. Streamside planting of vegetation.....	B1
C. Instream placement of boulders.....	C1
D. Instream wooden shelters: halflog and tree.....	D1
E. Low head barriers.....	E1
F. Bank stabilization: rip-rap and gabions.....	F1
G. Wing deflectors: log crib and rock.....	G1
Appendix Fish Habitat Improvement Project Proposal Form.....	a1

ABSTRACT

Bastien-Daigle, S., A. Vromans and M. Maclean. 1991. A Guide for Fish Habitat Improvement in New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1786E: iv +109p.

Scientific and technical literature on fish habitat improvement has been reviewed to produce a simple technical guide summarizing existing knowledge on this topic. This guide is intended to be used by conservation groups and offers technical recommendations in a comprehensive "Fact Sheets" format. Basic information on stream hydrology and ecology is provided along with a section on the salmonid life cycle. Based on previous experience, the suggested techniques are considered the most effective for improving fish habitat in New Brunswick. The fact sheets review the most recent information on: instream debris removal, streamside planting of vegetation, instream placement of boulders, instream wooden shelters, low head barriers, bank stabilization with rip-rap and gabions, log crib and rock wing deflectors.

1.0 INTRODUCTION

Would you like to see a return of the quality fishing experienced in New Brunswick in the past? Would you like to be involved - to volunteer your time to help increase fish stocks? Well, this is a manual about what **you** can do, in co-operation with the Department of Fisheries and Oceans and the New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, to help save New Brunswick's valuable fisheries resource. It is a manual to encourage and develop community involvement in the improvement of our valuable fish habitats. All it requires on your part is a commitment of time and effort to a fish habitat improvement project. We, in turn, offer guidance and technical support.

Fish habitat improvement is an integral part of enhancing the salmonid populations in our streams. It is one of the most important salmonid enhancement techniques available. Without good fish habitat, salmonid populations cannot be rehabilitated through other enhancement techniques such as hatchery stocking and streamside incubation.

What you have received is a comprehensive series of Fact Sheets for the improvement of fish habitat in New Brunswick. We believe that before you start work on your project you must know your stream intimately. This is what the section "Basic Information" of this manual is all about. Once you have analyzed your chosen stream, and are ready to start work, refer to Fact Sheets A and B detailing stream stabilization and erosion control techniques. When you are ready to employ more advanced habitat improvement techniques, refer to the remaining Fact Sheets and consult with our experts.

The techniques detailed in this manual are believed to be the most effective for improving fish habitat in New Brunswick and are based on previous experience. You will be able to expand your habitat improvement efforts as your knowledge and confidence increase..

Your efforts will not work overnight. Many of the techniques may take a number of years to become established. **Do not be discouraged.** A resource that has been deteriorating for years cannot be restored in an instant.

2.0 BASIC INFORMATION

This section of the manual deals with the first step of your action plan - getting to know your stream, it includes basic information about fish, their life cycle and habitat requirements and it provides information on what happens physically in a drainage basin. This is intended as an introduction only. You will find the instructions about how to carry out a stream survey and obtain a permit to work in or near the water in section 2.4 .

It's up to you. We are entrusting you with the improvement of your stream and will help you every step of the way. As we work together, we can enjoy New Brunswick's fish habitat and the fish it produces for years to come.

2.1: GETTING TO KNOW YOUR STREAM

In New Brunswick, we are blessed with many natural resources - thick forests, fertile soil, rich mineral supplies and abundant fish stocks. These resources fuel our province's economy, creating jobs and providing us with valuable trading commodities.

The oldest and most valuable of New Brunswick's natural resources is the fishery. For hundreds of years the fruits of our lakes, streams, rivers and oceans have been harvested by the native people, the fishing fleets of the French and British empires and the colonists. Since then, fishing has become more than an economic asset to New Brunswick - it has become a way of life for countless native, commercial and sport fishers.

We often tend to think that our fisheries resource will last forever. True, it is a renewable resource but it cannot continue to replenish itself if not properly cared for. Unfortunately, we have been abusing rather than protecting this precious resource.

The fisheries resource, like many natural resources, is extremely fragile. Fish are sensitive to changes in the environment and like most other creatures they have very specific requirements for survival. At the top of the list is, of course, clean water. However, it goes beyond that - temperature, oxygen, cover, food and good spawning areas are also critical. These habitat conditions must be virtually optimal to support a healthy fish population.

As an angler, conservationist or concerned member of the general public, you probably have a firm grasp of what makes good fish habitat. You picture a pristine stream flowing through a wooded area and you hear the sound of water rushing and bubbling over the rocky stream bed. You can probably remember the shock that you felt one spring when you returned to your favourite fishing hole only to find it clogged with silt - another perfect fishing pool ruined. Today, you can help regain your fish habitat. All it requires is a commitment from yourself and others who feel the way you do. But read on...

Let's look beyond that particular pool for a moment and take a plane ride over your river. We want to show you that all streams are part of a bigger system. It is very important, but easy to forget, that all activities that occur in a drainage basin are interrelated. Damage done to one section of stream will not remain isolated in that area. The effects spread throughout the entire system both upstream and downstream of the damaged area.

In New Brunswick you will find many hazards to fish habitat, some of a physical and others of a chemical nature. The list is long, ranging from erosion, dredging, damming and siltation to the release of sewage into our streams, contamination by pesticides and acid rain. The majority of these are from human activities such as forestry, mining, agriculture and urban development. They can and do cause serious damage to fish habitats.

You can take action to reverse the effects of erosion, the number one hazard to fish habitat in New Brunswick. Erosion, the wearing away of the earth's surface, has numerous causes, man-made and natural, from farming to forestry to flooding. Whatever the cause of erosion near streams, the effect is the same - streambeds become clogged with silt, covering spawning substrates and suffocating eggs, alevins and aquatic insects. The water becomes turbid, making it difficult for fish to find food, irritating their delicate gill membranes and preventing life-giving sunlight from penetrating the water.

The problem of siltation in New Brunswick's rivers is becoming worse each year. It is difficult to find an unaffected stream in the province. The problem is global - no stream or river can escape the long-term effects of siltation, least of all if the situation goes unchecked. This loss of habitat has had disastrous impact. For you, the result is the same year after year. There are fewer 'good spots' to fish.

What can we do to stop this dangerous cycle? First and foremost, we must look beyond the symptoms to the root of the problem. Our fish habitat, from spawning grounds to nursery areas, from riffles to pools, is obviously being destroyed by silt. Although removing the silt from spawning areas or adding gravel will provide immediate relief it is not going to create and maintain viable spawning beds for the long term. Nor will digging more pools offer a long term solution to the lack of deep-water cover for

fish. The key is to eliminate the source of the silt.

We know you have the best intentions to improve your fish habitat so that someday you can return to your favourite fishing hole to catch that 'big one'. We want to help you. You have the intimate knowledge of your stream and the manpower to carry out a stream improvement project. We, on the other hand, have technical expertise and experience. In other words, together we have the perfect combination of strengths and abilities to form a powerful partnership to protect our valuable fish habitat from further destruction. That is what this guide is all about.

We have a plan and we think it's a good one. We want to avoid wasting time, money and effort on false solutions. The best way to accomplish this is to plan your stream restoration project carefully.

First, it is fundamental to remember that each problem you encounter on a stream will be unique and must be treated as such. You cannot apply a blanket solution and expect it to work in all cases. The differences between silt problem sites may not be easily detected at first glance and that is why it is essential to examine your stream very thoroughly before beginning work. This manual includes a survey we would like you to complete. It is designed to direct your assessment efforts and to give us an idea of exactly where the problem lies. From here, we can work together to develop and implement solutions.

Assess your stream by responding to the questions outlined in the **Project Proposal Form**. Using this information, you may apply for the required **Watercourse Alteration Permit**. Application for the Watercourse Alteration Permit is made to the New Brunswick Department of Municipal Affairs and Environment. If your application for watercourse alteration is accepted, you may proceed with your project. Consult with DFO or NBDNR experts about details of the fish habitat improvement techniques you wish to employ if you require more information than this manual provides. By the time you are ready to work in the water, you should have a well-organized group of volunteers behind you.

In many cases where fish and fish habitat are affected by environmental and ecological problems the simplest, most natural solutions are better than mechanical or structural ones. For example, it is more effective to plant vegetation on an eroding streambank than to install a stone or wooden support wall. Why? Well, it's much cheaper and requires no engineering skill. Furthermore, it lasts longer. A structure is more likely to be poorly installed and damaged or destroyed by the force of running water. Flexible trees, shrubs and grasses, on the other hand, will spring back from the pressure of the water. Vegetation has spin-off benefits as well. Besides binding the soil with its roots, it provides cover for fish, is a source of nutrients to the stream ecosystem, shades the water to prevent excessive heating and is home to many insects which fish eat. Finally, it maintains the natural appearance of the streamside

environment enhancing the area not only for anglers but for bird watchers and other outdoor and wildlife enthusiasts.

Once you are satisfied that the erosion problems are under control, you can start looking for other habitat problems. Some may require you to build in-stream structures. If properly installed, these structures can actually create pool and riffle areas, clean gravel or trap silt. Part B of this manual contains the details of these techniques. It is most important to eliminate the silt problem, however, before moving on to more advanced projects.

The final step, once the stream has been improved, is to see you enjoy the results of your hard work. If the natural fish population is too small to restore a healthy run on its own, you may want to help it out. A number of salmonid enhancement techniques are possible for this purpose: (i) - stocking various stages of disease-free juvenile salmonids of a suitable genetic strain from a hatchery; (ii) - use of streamside incubation boxes; (iii) - transplantation of adult spawners of a suitable genetic strain; etc. When you reach this stage in your project, DFO will provide expert advice on the best way to proceed as well as Fact Sheets on these enhancement techniques.

Commitment and enthusiasm on your part are vital to the success of this program. However, we all know that too much enthusiasm can be disastrous. Jumping the gun and trying to get too much done too fast can only lead to frustration and unsatisfactory results. For this reason we suggest you plan realistic goals. Start your improvement work with the basics - stream cleanup, obstruction removal and bank stabilization. If you have completed these tasks and wish to perform more involved techniques then make those plans at that time. By planning your project in a step by step fashion we hope to end up with a more thorough, lasting result.

2.2: GETTING TO KNOW YOUR FISH

Before proceeding with any fish habitat improvement project, it is necessary to assess the condition and character of your stream and determine the problems. By applying your observations to your knowledge of the fish and their requirements, you can develop effective solutions. In this section, we will look at the species of fish in New Brunswick's waters and what they need to survive.

New Brunswick's Aquatic Life

Perhaps the most prolific fish in New Brunswick's waterways are the highly-esteemed salmonids. The salmonids, or family Salmonidae, include several species of trout and char, as well as the Atlantic salmon. Some, such as brook and lake trout are indigenous, or native, to New Brunswick. Others were introduced to our waters early in the century. Brown trout were transplanted from Europe while rainbow, or steelhead trout, were brought here from the western coast of North America. The prized Atlantic Salmon is native to the North Atlantic.

Some salmonids can be anadromous which means they are born and reared in fresh water. They then migrate to the ocean to grow and mature prior to returning to fresh water to reproduce. Others, however, spend their entire life in fresh water (landlocked salmon are known as 'oananiche').

The salmonids' firm, pinkish flesh is delicious to eat. Their intelligence and 'fight' make them a superb game fish. If you have ever played an Atlantic salmon you are familiar with the thrill of hooking one of these magnificent fish!

While the salmonids are undoubtedly 'preferred' over other freshwater species, every creature living in an aquatic environment has an essential role to play. Thus, when considering any kind of fish habitat improvement, you must view the system as a whole consisting of millions of interdependent organisms. The removal or disturbance of just one species can create a dangerous imbalance in the system. Exercise care when working in or near the water.

New Brunswick's lakes, streams and rivers support a diverse range of plant and animal life. Salmonids share their home with other anadromous fish such as smelt and gaspereau as well as with non-migrating species such as dace, chub and slimy sculpins. Gaspereau and smelt, though not highly prized by anglers, are important commercial fish. Their young contribute to the diet of some salmonids.

A variety of other species essential to the food chain share the aquatic environment. Algae and plankton are the primary producers providing food for aquatic insects such as mayflies, caddisflies, stoneflies and mosquito and blackfly larvae. These insects, in turn, are eaten by fish. Many fish then become food for predators such as otters, bears, kingfishers and even larger fish.

It's a Salmonid's Life

Trout and Atlantic salmon have long been admired for the feats they perform to reach their spawning grounds. They have been known to overcome tremendous obstacles, such as waterfalls and dams, driven by the instinct to reproduce. Some non-salmonid fish such as smelt and gaspereau, on the other hand, cannot overcome these physical obstacles. They rely on obstacle-free streams to access their spawning habitat. One poorly installed culvert can prevent thousands of these fish from spawning successfully, spelling disaster for the population.

Anadromous fish, as explained earlier, spawn and rear in fresh water, migrate to salt water to mature, then return to their birthplace to repeat the cycle (Figure 2.1). The length of time they spend at each stage of their life cycle, and the time of year they spawn, depends on the species and other factors. Each species is slightly different.

Despite these differences, the life cycles of all anadromous salmonids follow the same essential pattern. At each stage in their life cycle they have particular needs. These include clean, cool water, plenty of food and oxygen, good spawning and rearing areas and watercourses free from obstruction. If these needs are not met, the fish cannot survive.

It is important to recognize that although trout and Atlantic salmon share similar habitats, they each have specific preferences. For instance, Atlantic salmon use the more open, riffle areas of a stream. Brook trout are more commonly found in slower moving water and areas having overhead cover such as instream vegetation and undercut banks. When making stream improvements there may be a danger of converting salmon habitat to more suitable trout habitat, or vice versa. This may be through the installation of too many cover devices (not highly desired by salmon) or by the removal of too much cover (to the detriment of trout). It is for this reason that it is important to know which fish species presently use the stream and what the fish stock enhancement goals are for that area.

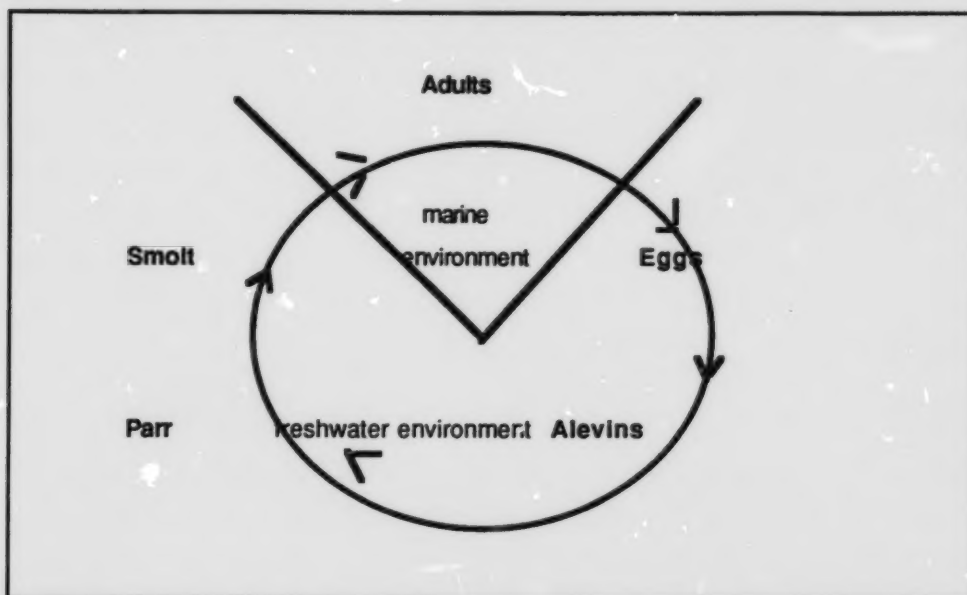


Figure 2.1. Diagrammatic representation of an Atlantic salmon's life cycle. All anadromous salmonids have similar cycles. (Not all salmonids have a stage in their life cycle named 'smolt'. However, all anadromous salmonids go through a physiological process similar to smoltification before entering the marine environment.)

When adult salmonids are ready to spawn they usually choose beds of coarse, clean gravel. The relative size of the gravel is closely related to the size of the fish. The female displaces the gravel with her tail to create one or more nests, or redds, for her eggs. The creation of a number of redds is a biological protection mechanism so that if one should be destroyed all the eggs are not lost. Depending on the species, a female may deposit between 1,500 to 4,000 eggs among her redds. As the female deposits the eggs, the male lies next to her and simultaneously releases the milt to fertilize the eggs. If there are not enough suitable spawning areas, serious problems may result, such as the disturbance or suffocation of eggs already laid. Some fish may not be able to spawn at all. In any case, reduction of spawning areas reduces the number of fish developed.

The strongest adults may survive to spawn for three or four spawning seasons. Successive spawning seasons for an individual fish may not mean that spawning occurs in consecutive years. Some years may be skipped. In some instances, the ordeal of the spawning migration severely weakens the fish and death may result soon after spawning. Some fish will return immediately to sea after spawning. Others may remain in freshwater for months (usually overwinter) before migrating back to their marine environment.

The incubating eggs are extremely fragile - environmental conditions anything less than optimal can be deadly. The water temperature must be cool, around 4 to 10 °C. Overwinter temperatures in redds regularly fall below 4 °C often remaining as low as 0.5 °C for extended periods. Warmer temperatures can speed up the incubation process causing the eggs to hatch too early in the season before there is an adequate food supply. Temperatures 20 °C and higher can be lethal. It is equally essential to their survival that the eggs have enough oxygen. Thus, there must be a free flow of oxygen-rich water over the eggs, possible only if the redd is not clogged with silt. Any physical disturbance to the redd, caused by man or nature, could have disastrous consequences.

The newly-hatched young are known as alevins. The alevins remain in their redd feeding from their attached yolk sacs. At this stage they are very vulnerable to heat, light and, because of their small size, to predation. When the young fish have absorbed their yolk sac they are known as fry and leave the gravel to swim freely.

The urge to feed prompts the fry to seek abundant food supplies in nursery areas. These fish feed mainly by sight so it is essential at this stage, and for the rest of their lives, that the water be clear. Turbid water can have another negative effect. Particles of dirt irritate the gill membranes making breathing difficult. In addition, gill damage due to unclean water can result in gill tissue infection and even death.

Small and defenseless, yet swimming freely, fry are particularly easy prey at this stage. Rubble, undercut banks and streamside vegetation will serve as protection and as food-producing areas. Their diet includes a wide range of invertebrates. Insect larvae, such as those of the blackfly and mayfly, are particularly important. As the fish grow larger, they are able to accommodate larger food items. Diets of larger fry and parr will include terrestrial and aquatic insects and their larvae, some crustaceans and other smaller fishes. Generally, if their mouths will accommodate the size of the food item, they may be expected to consume it.

Anadromous or 'sea run' fish may spend from a month (some non-salmonids) to two years or more, feeding in liver which will act as camouflage in the ocean. Other species, such as trout and smelt, undergo similar though less dramatic changes to prepare them for the marine phase of their life cycle. Refer to Scott and Crossman, 1979, for more details on life cycles of different species.

The downstream migration is frequently plagued by man-made or natural obstacles such as culverts, waterfalls, and hydro-electric dams. Some fish can surmount these obstacles and others cannot. For example, at hydro-electric dams, fish may pass through the dam facing potential death in the turbines or go over the top resulting in injury or death from the fall. The fish which survive journey to feeding grounds in the ocean.

Food is plentiful in the marine environment. The fish grow quickly on a diet of invertebrates and small fish. However, they must be wary of predators, including man. After a period in the ocean, the mature fish head back to the stream where they were born. Only about one per cent, or less, of the eggs laid will ever make it to this stage due to natural mortality and predation.

The mature fish face a long and difficult journey. They must fight their way against the current and occasionally over dams and waterfalls. Since they often do not feed on their upstream journey, they may exhaust their energy reserves before reaching their destination and become easy prey for bears, otters or man. The few fish who reach the spawning grounds will continue the cycle ensuring the survival of the species.

From the days of colonization, through the industrial revolution to today, man's activities have threatened the survival of fish at every stage of their cycle. To restore fish populations to historic levels, we must learn to identify the causes of population decline and the measures to most effectively reverse the trend. Part of this process, known as 'fish habitat improvement', is aimed at the restoration of damaged habitats and development of new ones in order to increase the ability of fish habitat to sustain a productive fisheries resource.

2. 3: WHAT HAPPENS IN A DRAINAGE BASIN?

Just as it is important to understand fish and their habitat requirements, it is necessary to have a knowledge of the origin and formation of water systems. This section is intended to be an introduction to some of the basic principles of stream dynamics. If you wish to know more about it, consult the references. Additional information on stream channel formation is available in the Appendices as well.

The quality of fish habitat reflects the quality of the entire drainage basin (drainage basins are commonly referred to as watersheds). The very character of your favourite fishing hole is determined by the quality of the water upstream (and downstream to some extent), the surrounding vegetation, the type of soil and the use of the land.

Streams and all other waterbodies are fed by precipitation. The majority of the precipitation is absorbed into the soil or groundwater aquifer, evaporates or is taken up by plant roots. Remaining water enters the stream as surface run-off and sub-surface interflow. Luckily, only a small proportion of the yearly rainfall ends up in our lakes, streams and rivers. If all the rainwater flowed directly into the surface water system, it would be too much for the banks to withstand and an erosion problem would result.

The network of water sources in a drainage basin join and form streams of various sizes. The origins of the water system, usually springs, are known as first order streams. They have no tributaries but form second order streams when they meet. When second order streams meet they form third order streams. This pattern continues, each order of stream becoming successively larger, until the largest river of the drainage basin is formed.

The Forces Acting on Water Channels

Have you ever wondered why your favourite fishing stream curves in a particular way or why the pools are spaced at nearly equal intervals? Have you ever noticed that pools and shallows tend to alternate along the course of a fertile fishing stream?

The character of a stream, its pattern and the shape of its bed and banks, are all determined by the way in which water flows. There are two forces that act on water - gravity and friction. Gravity, the force of the earth's attraction, pulls water down any slope. Friction between the water and the stream bed and banks creates resistance to the pressure of gravity. This resistance builds as the water flows over increasingly large obstacles such as rocks or boulders and as the velocity of the water increases.

Velocity, or speed, of the water in a channel is influenced by several factors such as slope, the width and depth of the channel and the degree of resistance. For example, a narrow, shallow stream flowing down a ravine will have a much higher velocity than a wide, deep stream flowing over a flood plain. Slope, width, depth and resistance are in turn determined by the lay of the land, the soil type, the vegetation and the use man is making of the land in the watershed.

The forces of gravity and resistance cause water to carve a channel out of the land. The water, as it is pulled downhill, will pick up and carry away the particles and debris that cannot resist its flow.

The stability of the channel and its suitability as a fish habitat is determined by the configuration of the channel. So we can get an idea of the kind of stream that produces good fish habitat, let's take a look at the different types of streams.

The Configuration of Stream Channels

There are three types of channel configuration - only one provides optimum conditions for fish habitat. The different configurations of streams are described by specialists in stream dynamics as: straight, braided and meandering.

Water tends to flow in a curved path wherever it runs - whether through a swamp, a flood plain or down a mountain. This is because water will take the easiest but not necessarily the shortest path. **Straight streams** are not a natural occurrence. Usually, if a stream is fairly straight it is because man has altered its course for some reason. Straight streams generally do not provide suitable conditions for fish survival. The velocity of the water unimpeded by a winding course tends to erode the banks and create a silting problem. As well, a straight channel lacks the diversity required of a good fish habitat.

A **braided stream** cannot support productive fish habitat either. Braided streams divide into several smaller channels which meet then redivide. This is often caused by unstable banks, shallow water and high sediment content in the water - all things which make these streams unsuitable for fish to live in.

As mentioned above, water naturally follows a winding or meandering course. So it only makes sense that the most stable type of stream is one that meanders. A **meandering stream** generally has an undulating bed caused by the movement of water from one side of the stream to the other. Deep pools tend to alternate with shallow riffle areas providing the cover and spawning areas required by fish. This, coupled with stable banks, makes the meandering stream the ideal fish habitat providing man does nothing to destroy the stream's equilibrium.

It is important to remember that streams are dynamic - they are constantly changing in subtle ways. This, and the fact that the parts of a water system are interdependent, makes streams extremely fragile. You must be very careful when you work in or near a stream because anything you do will have an effect both upstream and down. For example, removing a beaver dam to allow fish through to spawn may seem like a good idea. It may, however, cause serious problems such as flooding and erosion downstream and leaving fry and eggs high and dry upstream. Every habitat situation must be examined as a separate case because the best solution to a problem in one stream may be disastrous in another.

The key to successful fish habitat improvement is to try to maintain or foster the stream in its natural state - stable banks, meandering course and an alternating pattern of pools and riffles. Altering a stream's course or straightening it will only make the situation worse.

We know that your intentions to improve New Brunswick's fish habitat are nothing but the best but even the most well-meaning actions can have serious consequences if not properly carried out. So, before starting work, consult with a trained fisheries biologist and hydrologist. He or she will be able to tell you what kinds of effects your proposed solution will have on the the stream's equilibrium and advise you as to the best course you should take.

2.4: GETTING YOUR PROJECT UNDERWAY

A word about planning...

Before you and your group jump into a fish habitat improvement project, take the time to plan your project thoroughly. Remember, even the most well-meaning endeavors can fall flat if they lack preparation. So, sit back for a minute and go over your notes and project checklist - **carefully**. Revisit your stream and bring along a camera or video recorder. Spend time in the system when the water is at its highest (spring freshet) and at its lowest level (mid-summer).

Make sure:

- your idea or proposal is consistent with the fisheries management plan for the area and that it doesn't conflict with other resource users.
- you have fully analyzed the situation in your stream.
- you have scientific and technical guidance from your federal and/or provincial fisheries biologist(s) or your local Salmonid Enhancement Centre (DFO fishery officers may also be consulted). Appendix "a" lists their addresses, contact the one nearest you.
- you are using the improvement technique most appropriate for your stream.
- you have a group of volunteers and adequate proper materials for your project.
- everyone in your group knows when and where the project will take place.
- that you have obtained all the **necessary permits** to conduct your project. These include a Watercourse Alteration and Landowner Approval Permit!!

Don't forget that how well you have planned your project is a critical factor in the acceptance of your application!

A word about safety...

Something to keep in mind when working on your project is that you **are** working in or near the water. This means that you must **exercise caution at all times!**

Remember...

- You will be working around water, potentially dangerous in itself, and you may be working with heavy materials and sometimes heavy machinery.
 - Follow all safety requirements and keep a well-stocked first-aid kit nearby. Always have a vehicle at hand in case a serious accident necessitates a trip to the hospital. Have some of your members take a first aid course just in case.
 - Appropriate clothing can protect you from injury. When working with heavy materials and equipment, particularly chainsaws, wear boots, gloves, hard hats and face protectors.
 - Individuals with health problems must be careful to avoid over-exerting themselves. Make sure your whole crew is provided with plenty of food and water throughout the day - fatigue can lead to carelessness and carelessness to accidents!
 - Start with a small project that will last no longer than a weekend. As your group gains experience, you will want to undertake longer-term projects.
- Above all, remember that no project is worth risking life and limb for. Let caution and common sense be your guide, and have a **safe** project!

Considerations for project approval

The biggest hurdle to overcome to get your project underway is probably the application and approval process. This process may take several weeks. Details on information required for the application and the approval process are outlined on the following pages. To assist you in preparing an acceptable proposal and in understanding the evaluation process, the criteria for evaluating a project proposal are given below.

Habitat:

- 1) Is the project addressing a situation where fish habitat is limited?
- 2) Will the project cause habitat damage in other locations of the waterbody?
- 3) Will the project increase the amount of fish habitat?
- 4) Will the project improve fish habitat?
- 5) Will the project ensure long-term protection to the area?
- 6) What size is the waterbody in which the work will be carried out?

Fish :

- 7) Are the fish species to be enhanced native to New Brunswick?
- 8) Will the project increase the number of fish?
- 9) Will the project adversely affect any other fish species?
- 10) Will the project enhance natural reproduction?

Project:

- 11) Does the project seem technically and/or ecologically sound?
- 12) How long will the project take to complete?
- 13) What are the maintenance requirements for the project?
- 14) What types of expertise will be required for the project?
- 15) Does the project require immediate attention?
- 16) What is the benefit/cost ratio of this project?

Volunteers:

- 17) How many organizations will be involved in the project?
- 18) How many people will be involved in the project?
- 19) Has your organization been involved in other improvement projects?

Public Relations:

- 20) Does the local community support the project?
- 21) How many people will become aware of the improvement work to be done by your organization?
- 22) How many people will benefit from the project?

Approval Process

- 1) After reading their copy of the *Guide for Fish Habitat Improvement in New Brunswick*, the association can complete their application forms with the help of DFO and/or provincial fisheries biologists.
- 2) Once received, the project proposal is subjected to a formal review process*.
- 3) If approval is given, you may be able to proceed. If not accepted, the project proposal is sent back to the association for modifications.
- 4) When the project is completed, the association must submit a report to DFO and NBDNRE

* People from the following organizations may be involved in the formal review process:

DFO - Department of Fisheries and Oceans (federal)
DOE - Department of Environment (federal)
NBDNRE - NB Department of Natural Resources and Energy
NBDMAE - NB Department of Municipal Affairs and Environment
NBDOFA - NB Department of Fisheries and Aquaculture

.Note: Although DFO and NBDMAE both review the fish habitat improvement project proposal and the Watercourse Alteration Application Form, approval from one does not guarantee approval from the other. 'No' does not mean that the project proposal cannot be re-submitted. It must be changed, however, to meet the program's objectives.

Project Checklist

This checklist shows the steps you will have to take to organize your project(s). Remember that your project may take several years to complete. Make sure that your group is ready for this type of commitment.

A. Reconnaissance (spring, year #1)

- 1) identify and document the general problem(s);
- 2) become familiar with the area where these problem(s) exist;

- 3) sketch the area, showing the location of the problem(s);
- 4) take photographs or videos, showing the problem(s) in the area;
- 5) determine if any local groups or associations would be interested in assisting with the project;

B. Assessment (spring/summer, year # 1)

- 1) conduct the survey provided as an example in this guide;
- 2) obtain maps and possibly aerial photographs of the area;
- 3) identify and document the area(s) to be improved;
- 4) consult with the Department of Fisheries and Oceans (DFO), provincial officials from NB Department of Natural Resources and Energy, or the NB Department of Municipal Affairs and Environment;
- 5) go to the Land Registration and Information Services (LRIS) office to determine the owner(s) of the surrounding land ;
- 6) get landowner approval in principle;

C. Plan (fall, year # 1 and winter, year # 2)

- 1) decide on solution(s), with the assistance of experts;
- 2) design the project;
- 3) verify that the project will not violate any provincial or federal environmental laws;
- 4) obtain the landowners approval for the project in writing (see **Landowner Approval Form**);
- 5) get a definite commitment from the interested group(s) and/or association(s);
- 6) complete the **Project Proposal Form** ;
- 7) complete the **Watercourse Alteration Permit** and send it to the Department of Municipal Affairs and Environment. The Watercourse Alteration Application Package is available from them.

D. After Project Approval - Prepare (winter/spring, year # 2)

- 1) obtain assistance from federal and/or provincial fisheries biologists and technicians;
- 2) make materials and equipment checklist;
- 3) organize materials and equipment, plan the time schedule and delivery route(s);
- 4) select work dates;
- 5) alert volunteer labour force;
- 6) make arrangements for first aid at the work site (e.g. St. John Ambulance or other trained personnel,

first aid supplies, hospital route) and assign one person to ensure that security measures are respected (proper work clothes, gloves, hard hats, etc.);

- 7) divide task into manageable segments;
- 8) divide labour force into teams;
- 9) assign teams to task segments;
- 10) organize the work day. Don't forget to provide lunch, water, coffee or tea;
- 11) make contingency plans;
- 12) inform local media of your project;

E. Implement - DO IT! (summer/fall, year # 2)

- 1) take photographs of before, during and after;
- 2) at the end of the day, check over the completed work thoroughly;
- 3) tell everyone about the next work day;

F. Follow-up (fall, year # 2)

- 1) finish any uncompleted portions of the task;
- 2) monitor the effects of the project;
- 3) write and submit your report to the DFO and NBDNRE;
- 4) each year, after the spring freshet, check any structures and do the required maintenance.

This ends the section providing you with the basic information that you need to plan a fish habitat improvement project successfully. Now that you have an appreciation of the habitat degradation problems present in your stream, you can consult the next section which presents a series of Fact Sheets of habitat improvement techniques.

ACKNOWLEDGEMENTS

This manual is for the most part a compilation and adaptation of previous work and is largely based on the classic work by White and Brynildson (1967) for Wisconsin streams. We wish to extend a special thanks to Jerry Smitka of the Ontario Ministry of Natural Resources for allowing us to use the Community Fisheries Involvement Program Field Manual as a guide.

The adaptation of this manual to New Brunswick's conditions required that we call upon the expertise of many people. Our most appreciative thanks to Tim Lutzac, Ross Alexander, Denis Haché, John Gilbert, Mark Hambrook, Dave Morantz, Bob Rutherford, Barry Sabean, and Perry Swan for their scientific know-how. Others have supported this project with their invaluable skills: John Legault as a computer wizard, Melanie Nolan with her writing abilities, Chris Morry and Patrice LeBlanc with their unfailing support and faith in the project.

The initial adaptation of these techniques for New-Brunswick's hydrological conditions was done by Washburn and Gillis Ltd. of Fredericton. Graphic production was done by La Plume de la Côte Nord and Graffic Traffic.

Funding for the design and production of this manual was initially provided by the Canada-New Brunswick Subsidiary Agreement on Fisheries Development under the Economic and Regional Development Agreement (ERDA), Fish Habitat Improvement Project. This revised edition was made possible, thanks to the generosity of Larry Anthony and the Habitat Management group in Ottawa.

REFERENCES

- Blouin, Glen. 1984. Arbustes des Bois - La flore méconnue du Nouveau Brunswick. New Brunswick Department of Natural Resources. Saint John, New Brunswick.
- Binns, N. Allen. 1986. Stabilizing Eroding Stream Banks in Wyoming. A Guide to Controlling Bank Erosion in Streams. Wyoming Game and Fish Department. Cheyenne, Wyoming.
- Gilbert, John C. 1978. Large scale experimental salmonid nursery area habitat improvement, Big Tracadie River, New Brunswick. N.B. Dept. Natural Resources and Energy. Fisheries Information Bulletin No. 1. 23p.

- Government of Canada, Department of Fisheries and Oceans, and the Province of British Columbia, Ministry of the Environment. 1980. Stream Enhancement Guide. Vancouver, British Columbia. 82p.
- Gray, Donald H., and Andrew T. Leiser. 1982. Biotechnical Slope Protection and Erosion Control. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Houde, Benoit and Gisele Bertrand. 1986. Liste des Plantes Riveraines Recommandées. Gouvernement du Québec.
- Hubbs, Carl C. 1932. Methods for the Improvement of Michigan Trout Streams. University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan.
- Hynes, H.B.N. 1979. The Ecology of Running Waters. 4th Edition. Liverpool University Press. Great Britain.
- Leopold, L.B., M.G. Gordon, and J.P. Miller. 1964. Fluvial Processes in Geomorphology. W.H. Freeman and Co., San Francisco, California.
- Marie-Victorin, Frère. 1947. Flore Laurentienne. Les Frères des Ecoles Chrétiennes. Montréal, Québec.
- McKay, Sheila, and Paul Catling. 1979. Trees, Shrubs, and Flowers to Know in Ontario. J.M. Dent and Sons (Canada) Limited. Oshawa, Ontario.
- Meister, J.P. 1986. Specifications for Establishing a Nursery for Native Plants in New Brunswick within the Framework of the Fish Habitat Improvement Program. DFO Consultant Report.
- Michigan Department of Conservation, Fish Division. Construction of Rock Deflectors for Trout. Michigan.
- Miller, J. G., and R. Tibbott. 1983. Fish Habitat Improvement for Streams. Pennsylvania Fish Commission. Pennsylvania.
- Morisawa, M. 1968. Streams: their dynamics and morphology. McGraw-Hill Inc. United States of America

- New Brunswick Department of Environment, Water Resources Branch. 1985. Watercourse Alteration Technical Guidelines. Fredericton, New Brunswick.
- Ontario Ministry of Natural Resources. 1984. Community Fisheries Involvement Program. Field Manual. Part 1: Trout Stream Rehabilitation. Ontario Queen's Printer. Toronto, Ontario.
- Otis, Maurice B. 1958. Guide To Stream Improvement. N.Y. State Department of Environment. Conservation Information Leaflet. New York.
- Paquet, Gilles. 1983. Techniques for the Construction of Dams in Small Streams. Ministry of Tourism, Hunting, and Fishing. Québec.
- Paquet, Gilles. 1984. Guide d'amélioration, de construction, et de restauration d'abris pour les poissons dans les petits cours d'eau. Dépôt légal-4e trimestre, 1984. Bibliothèque Nationale du Québec.
- Paquet, Gilles. 1986. Guidelines for the Improvement and Restoration of the Fish Habitat in Small Streams. Ministry of Tourism, Hunting, and Fishing. Québec.
- Parker, Sybil P. (Editor in Chief). 1984. Dictionary of Scientific and Technical Terms. 3rd Edition. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Programme Berges neuves. 1985. Guide technique de mise en valeur du milieu aquatique. Ministère de l'Environnement du Québec. Québec.
- Reeves, G.H., and T.D. Roelofs. 1982. Influence of Forest and Rangeland Management on Anadromous Fish Habitat in Western North America. Rehabilitating and Enhancing Stream Habitat. Part 2. Field Applications. United States Department of Agriculture. Forest Service. Anadromous Fish Habitat Program. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. General Technical Report PNW-140.
- Roland, A.E., and E.C. Smith. 1969. The Flora of Nova Scotia. The Nova Scotia Museum. Halifax, Nova Scotia.
- Scott, W.B. and E. J. Crossman. 1979. Freshwater Fishes of Canada. 3rd. Edition. The Bryant Press Ltd. Canada.

- Schnick, Rosalie A. et al. 1982. Mitigation and Enhancement Techniques for the Upper Mississippi River and Other Large River Systems. U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Resource Publication 149. Washington, D.C.
- Seehorn, Monte E. 1985. Fish Habitat Improvement Handbook. U.S. Forest Service. Southern Region. Atlanta, Georgia. Technical Publication R8-TP7.
- Stream Renovation Guidelines Committee. 1983. Stream Obstruction Removal Guidelines. The Wildlife Society, American Fisheries Society and International Association of Fish and Wildlife Agencies.
- Toews, D.A.A. and M.J. Brownlee. 1981. A Handbook for Fish Habitat Protection on Forest Lands in British Columbia. Department of Fisheries and Oceans. Vancouver, British Columbia.
- United States Department of Agriculture, Forest Service. 1969. Wildlife Habitat Improvement Handbook. Washington, D.C. U.S. Government Printing Office. FSH-2609-11.
- United States Department of the Interior. 1968. Stream Preservation and Improvement. Washington, D. C. Manual 6760.
- United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. 1979. Restoration of Fish Habitat in Relocated Streams. Washington, D.C. FHW-IP-79-3.
- Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986. Preliminary Proposed Fish Habitat Improvement Techniques. 404 Queen St., Fredericton, New Brunswick. DFO Consultant Report.
- White, Ray J. and Oscar M. Brynildson. 1967. Guidelines for Management of Trout Stream Habitat in Wisconsin. Department of Natural Resources. Division of Conservation. Madison, Wisconsin. Technical Bulletin No. 39.
- Wingate, P.J. et al. 1979. Guidelines for Mountain Stream Relocation in North Carolina. North Carolina Wildlife and Resources Commission, Division of Inland Fisheries. North Carolina. Technical Report No. 1.

GLOSSARY

ADULT - fish which are mature or able to spawn

ALEVIN (sac fry) - stage of development of the salmonid embryo from hatching to absorption of the yolk sac

ANADROMOUS - a stock or species of fish which reproduces in freshwater and migrates to salt or brackish water to rear for a portion of its life, usually attaining most of its growth in salt water

BANK STABILIZATION - to control erosion of a bank

BARRIER - any obstruction that impedes the movement of fish; the stopping of a spawning run or the blocking of individuals from nursery areas or areas of maturation

BEDROCK - all exposed rock with no overburden

BOULDER - all rock over 25 cm (10 in) in diameter

BRAIDED CHANNEL - divided into several channels which successively meet and redivide; it may be an adjustment to debris load too large to be carried by the single channel

BRUSH BUNDLE - stems of species such as red osier dogwood and willow, 150 cm to 180 cm (5 ft to 6 ft) in length, tied into a bundle with wire

CHANNEL - a long, narrow, sloping trough-like depression where a natural stream flows or may flow

COBBLE - rock material between 8 cm and 25 cm (3 in to 10 in)

COVER - an area of shelter in a stream that provides aquatic organisms with protection from predators and/or a place to rest and conserve energy

CULVERT - a covered channel or a large-diameter pipe that takes a watercourse below ground level

DEFLECTOR - a triangular structure built in a stream to deflect water; it creates a deeper, narrower area and/or pool area

DRAINAGE BASIN - a concave surface (valley) collecting precipitation into a stream; commonly confused with 'watershed'

ENHANCE - to improve; commonly used in reference to such practices as addition of instream cover, creation of spawning area, etc.

ENVIRONMENT - entire group of factors likely to have an effect on living organisms and on the activities of man

EROSION - the weathering of the earth's surface by the action of wind, water, gravity and ice

ESTUARY - a semi-enclosed body of water which has a free connection with the open ocean and within which seawater is measurably diluted with fresh water derived from land drainage

FERTILIZER - a chemical or organic material used to enrich the soil

FILTER FABRIC - a granular material or woven fabric used in erosion control

FLOOD - discharge overflowing the banks of a stream

FLOODPLAIN - flat plain bordering a stream or river overflowed at times of high water; underlying materials consist mainly of unconsolidated material derived from sediments transported by the stream

FRY - young fish after the yolk sac has been used up and active feeding has commenced; this period lasts about one year

GABION - a galvanized wire basket with a removable top; the basket, filled with selected stones, is used to stabilize banks to control erosion in streams and to prevent stream gravel from shifting

GALVANIZED - metal having a coating of zinc on its surface in order to prolong its life by reducing corrosion

GRADIENT - see slope

GRAVEL - rock material between 0.2 cm (1/8 in) and 8 cm (3 in)

GROUNDWATER - water found underground in porous rock strata and in soils

HABITAT - the total environment required by an organism to sustain all its life functions; in the stream environment, habitat requirements for fish include food, space, shelter and water quality

HIGH WATER - the level of water which fills only the stream channel and not the flood plain; the normal level of water under typical rain conditions

HYDROSEEDING - ejecting a mixture of seed, fertilizer and mulch under pressure through the hose and nozzle of a hydroseeder machine; used in bank stabilization

INNER BANK - convex bank of a bend; convex means curving outwards like the surface of a sphere

JUVENILE - a young fish not yet mature enough to spawn

LOG CRIB - a structure made of vertically and horizontally placed logs which stabilizes the bank and provides cover for fish

MARSH - an area of soft, wet or periodically inundated land generally treeless and usually characterized by grasses and other low growth

MEANDERING - the process by which a stream winds or snakes its way across a floodplain continually changing its course by erosion, transportation, or deposition of sediment

MULCH - a protective covering, such as straw, spread on the ground to reduce evaporation and erosion, control weeds or improve the soil

NURSERY HABITAT - habitat required by juvenile fish; usually found near major spawning areas, relatively shallow compared with mature fish habitat, and has many small shelter areas for small fish; log debris and jumbles of rock along the shallow, swift margins of the stream are excellent locations for young salmonids because they provide ample protection from other fish and animals yet are near major food sources

OUTER BANK - concave bank of a bend; concave means curved like the inside of a hollow ball

POOL - water of considerable depth for the size of the stream; pools generally have slowly flowing water and a smooth surface but they often have a swift, turbulent area where the water enters them

PLUNGE POOL - depression in streambed material scoured out by the action of falling water

REARING HABITAT - see nursery habitat

REDD - the gravel nest which salmonid fishes lay their eggs in

REHABILITATION - the restoration or rebuilding of degraded fish habitat and/or water quality

REVETMENT - a sloped facing built to protect existing land or newly created embankment against erosion by wave action, currents or weather; revetments are usually placed parallel to the natural shoreline

RIFFLES - shallow water with a rapid current and surface flow broken by gravel or rubble

RIPARIAN - pertaining to the banks of a body of water

RIP RAP - a foundation or wall made of broken rock and/or logs; the wall created can be either of an irregular or predetermined design

RIVER - a large, natural freshwater surface stream having a permanent or seasonal flow and moving toward a sea, lake or another river in a definite channel

RUBBLE - see cobble

RUN - moderate to rapid current flow in a deeper, narrower channel than a riffle; the depth and materials found in runs make them excellent cover locations for salmonids

RUNOFF - water from precipitation flowing above ground to a surface water containment (eg. lake, river, etc.) without entering the groundwater table

SALMONID - refers to a member of the fish family classed as Salmonidae including salmon, trout, char, whitefish and grayling

SAND - material of crystalline rock origin between 0.0625 mm and 2 mm (0.0025 in to 0.08 in) in diameter

SCOURING - gradual or rapid erosion of particles on the channel walls or bed by concentration of the current

SEDIMENTATION - deposition of eroded soil material on the streambed

SHORE - the narrow strip of land in immediate contact with the water including the zone between high and low water lines

SILT - fine particles of soil (finer than sand)

SLOPE - the degree of inclination to the horizontal; usually expressed as a ratio such as 1:25 or 1 on 25 indicating 1 unit vertical rise in 25 units of horizontal distance or given in a decimal fraction (0.04) or percent (4%)

SPAWN - to produce or deposit eggs or discharge sperm

SPAWNING HABITAT - most species of salmonids prefer rock, rubble and gravel areas in which to spawn; spawning of salmonids usually occurs in locations of moderate to strong current, found below pools and runs, in riffles

SPRING-FED - to be supplied with water from a discharge of deep-seated, hot or cold, pure or mineralized water

STREAM - a watercourse which has a flow of water for all or part of the year and has a defined channel showing signs of scouring and washing

STREAMBANK - the rising ground bordering a stream channel; right and left banks are determined while facing downstream

STREAMBED - the bottom of the stream; below the usual water surface

STREAM FLOW - the discharge of water at any particular time period; measurement is in a unit volume per second such as cubic feet or cubic metres per second

STREAM WIDTH - the distance between vegetated banks taken normal to the general direction of flow

SUBSTRATE - the materials making up the streambed; usually described as bedrock, boulder, cobble, gravel, sand or silt

THALWEG - the path of maximum depth in a river or stream; it normally follows a meandering path back and forth across the channel

TURBULENCE - irregular motion or swirling agitation of water

TWIG BUNDLE - twigs of species such as red osier dogwood and willow, approximately 30 cm (1 ft) in length, all pointing in the same direction and tied together with string or rubber bands

VEGETATION - woody or non-woody plants; in reference here to plants used to stabilize banks and shores and to retard erosion

VELOCITY - a measurement of speed recorded as distance travelled over time (eg. feet or metres per second)

WATER QUALITY - a general term denoting a category of properties of water; commonly used in reference to chemical, physical and biological characteristics and temperature of the water

WATERSHED - a convex surface, such as a mountain or hill, which sheds water from one point or ridge into several streams which may form its boundary; commonly confused with "drainage basin", a concave surface collecting precipitation into one stream

3.0 THE FACT SHEETS

FACT SHEET - A -

REVISION: 03-11

INSTREAM DEBRIS REMOVAL

*****ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A NEW BRUNSWICK WATERCOURSE ALTERATION PERMIT.**

1.0 DESCRIPTION

The accumulation of various types of debris in New Brunswick's waterways has long been a matter of grave concern. Our streams have been littered with everything from tree stumps to branches, from boulders to silt, from car bodies to tin cans. On the surface, the complete removal of these items seems to be in order. The solution, however, is not so simple. Certainly, any and all unnatural substances, metal and plastics for example, must be removed to maintain a pristine fish habitat. Excess amounts of woody debris may create barriers to fish migration, lower the water's oxygen content, create silt build-ups, lessen the flow, or cause flooding upstream. Some natural debris, on the other hand, such as tree trunks and branches, serves an essential function (see Figure A-1). Such woody debris provides cover for many fish such as salmonids, and is the beginning of a food chain which supports the aquatic insects fish feed upon.

The question of whether or not to remove the debris is further complicated by the fact that removing a log jam, for instance, may release large amounts of silt that had been trapped behind it into the water downstream, wiping out spawning beds and trapping fry.

Each situation must be individually evaluated before action is taken to remove the debris. We recommend that you consult your local fisheries biologist or fishery officer, before commencing a debris removal project, to obtain a professional assessment of the possible effects, negative and positive, of your project.

2.0 PURPOSE

The removal of instream debris allows fish access to upstream spawning, rearing and feeding areas increasing the net habitat available for the fish. In addition, it will prevent extreme temperature fluctuations (deadly to fish) and help maintain a high level of oxygen in the water. Eliminating debris has physical benefits to the stream as well. It may prevent stream diversions, and subsequent bank erosion, and it encourages natural stream flows to scour silt and debris deposits from the streambed.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

An instream debris removal project should be considered in the following situations.

- a. The debris is creating an obstruction to fish passage.
- b. Silt and other debris have blocked the streamflow.
- c. Pond formation above the debris has led to flooding upstream and decreased flow downstream. Slower flows may lead to warming of the water in summer, freezing in the winter and reduced oxygen levels during all seasons.
- d. Inoperative man-made or beaver dams are blocking the streamflow and obstructing fish passage.
- e. Woody debris and silt have accumulated on the streambed. Such accumulations, if not removed, will smother eggs, fry and aquatic insects, cloud the water and make the area uninhabitable for fish.
- f. Rock jams have increased water velocity over their crest creating a chute impassable by migrating fish.
- g. Log or rock jams threaten to change the direction of the streamflow (this may lead to bank erosion downstream).
- h. The streamflow velocity is not adequate to remove the debris on its own.

NOTE: Debris removal is appropriate not only in streams but in lakes and rivers suffering from excessive debris accumulations as well.

4.0 DESIGN AND IMPLEMENTATION GUIDELINES

4.1 General recommendations

- a. No instream work should be done except at the specific locations where problems have been identified. Never undertake a mass cleaning of an entire stream section (ie. don't remove all debris). Before beginning your project, survey the stream and consult an expert to determine the problem areas, how much debris should be removed and how. Obtain permission from both the landowner and the government before beginning your project (see Getting Your Project Underway).
- b. It is illegal to remove beaver dams. If problems are being caused in your stream by a beaver dam(s), you must refer your request to remove it to the New Brunswick Department of Natural Resources and Energy as this is entirely under their jurisdiction. For more information, refer to the N.B. Fish and Wildlife Act.
- c. Avoid disturbing the streambed and banks. If any damage is done to streamside vegetation, or the bank is exposed, revegetate the area (see Fact Sheet B). Restrict your activity to one bank.

d. Do not use heavy equipment near the stream unless absolutely necessary (e.g. the removal of extremely large trees). Most smaller trees and stones can be removed with the help of a few strong backs aided by a block and tackle, levers and/or winches (hand winches or those mounted on a vehicle) or a small motorboat.

e. If heavy equipment is necessary, obtain prior permission to use it from a fishery officer. Choose your access routes carefully. Use roads if possible and avoid heavily wooded areas. Any damage to the woods, floodplain or streambank may cause a serious erosion problem.

f. Partial removals are usually more effective than complete ones as they reduce the chances of flooding and debris accumulation downstream of the project.

g. The timing of your project is crucial! Never attempt instream work during spawning or egg incubation periods since silting downstream could cause serious egg and/or fry mortality.

h. If areas downstream of your project support fish populations, measures such as silt trapping and removal to reduce the movement of silt downstream should be taken.

4.2 Materials to be removed

a. You should remove any badly damaged or dead trees and/or trees leaning sharply over the water along the streambank that appear to be in danger of falling into the water. This will prevent the creation of future silt collectors or fish passage obstructions. Leave the stump and roots in place to prevent bank erosion. Some trees that you cut may be repositioned parallel to the streambank to provide cover. Remember, all dead, damaged or leaning trees will not necessarily pose a future problem!

b. Remove all unnatural substances (ie. metals and plastics) from the streambed and banks such as tires, car bodies, bottles and paper and plastic litter.

c. Remove sediment accumulations large enough to obstruct flow. Smaller accumulations should be left undisturbed to avoid clouding the water.

d. Remove or reposition debris accumulations creating or likely to create unacceptable flow problems or obstruction to fish passage (e.g. logs jammed crossways can be repositioned parallel to the bank and maintained as fish cover). Do not disturb logs that do not span the channel. Remove only the mid section of logs spanning the channel. Leave each end in place to prevent bank erosion and to provide fish cover.

e. Gravel, rubble and boulder accumulations large enough to restrict flow or create a dam or waterfall may have to be removed. These should be assessed on an individual basis by a qualified person. Most isolated rock piles do not cause problems and should be left undisturbed.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

a. As with all habitat improvement projects, be sure to plan your project carefully and follow a systematic approach. As mentioned above, conduct a survey of the stream and consult with a fisheries biologist or fishery officer to determine where and how much debris to remove.

b. Select the area. The length of the stream section should be no more than 100 m (330 ft).

c. Begin work at the lowermost section of the designated improvement area and work upstream. If you start upstream, disturbed debris will drift downstream worsening the jams below making more work for you.

d. Cut instream root systems of shrubs and small trees using a hatchet, hand-saw or pruning shears. (It is recommended not to use chainsaws in the water ! The streambed may be slippery or unstable.) Remove the material from the watercourse.

e. Remove twigs and loose debris wrapped around logs on the stream bottom. If the logs do not span the channel and are not rotting, leave them instream. They will provide good fish cover once unclogged of debris accumulations.

f. Remove any loose, non-living logs lying near the surface of the water.

g. Remove any obvious obstructions (e.g. rock and log jams) which may be damming the stream, preventing fish passage or trapping silt. Start from the center of the stream working your way toward either bank.

h. Jams of larger logs or trees may be most effectively removed using logging equipment. If this is unavailable, manual labour combined with power saws can be used to dismantle the jam. Remove the material from the stream with the help of a vehicle (four-wheel-drive) fitted with a winch. Heavier equipment may be necessary in the case of large boulders blocking the stream.

i. After completing one thorough pass through your stream section, stop. Let the stream currents do their job - they should remove most of the remaining loose debris on their own. Return after two or three days to evaluate the stream's condition. If the original stream bottom is clearly visible, your task is

complete. If, however, new logs have appeared or you still cannot see the stream bottom, repeat the above procedure.

j. All debris removed should be taken from the area and secured (e.g. burned, buried or piled) so that it cannot re-enter the watercourse.

k. If your work has exposed the streambanks, be sure to revegetate the area (see Fact Sheet B).

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

You should check your stream section periodically for two or three years. Remove any debris which has re-accumulated or any loose materials likely to form a new obstacle. As well, remove any litter along the streambanks. Check the banks to ensure that they are still stable and that any vegetation you planted has established itself.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

Debris removal projects are inexpensive providing they do not involve the use of heavy equipment. Costs would include chainsaw fuel, safety gear and the rental (if necessary) of logging equipment. If heavy equipment is required project costs can soar into the thousands of dollars range.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. re-opens fish migration routes;
- b. exposure of gravel and rock on the stream bottom encourages recolonization of the area by fish and aquatic insects;
- c. the size and diversity of fish populations will increase;
- d. increased streamflows will scour accumulated silt deposits;
- e. the width of the stream channel will be reduced by up to one third;
- f. the water temperature may be reduced improving the stream's capacity to support fish;
- g. faster streamflows will result in higher oxygen levels in the water also beneficial to fish populations.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. obstruction removal may require intensive labour;
- b. occasional maintenance is required to ensure that the debris does not re-accumulate;
- c. release of silt could adversely affect downstream habitat;
- d. beneficial habitat could be accidentally removed by workers;
- e. stream barriers separate fish populations - their removal may cause detrimental competition between species.

10.0 EXAMPLES OF USE

The Department of Fisheries and Oceans sponsored a number of obstruction and debris removal projects on the Bartholomew River in New Brunswick during the late 1970's and early 1980's. A defunct dam, part of an old logging operation, was blocking flow at the river's origin. The dam was removed and woody debris which had been collecting in the headpond for years was cleaned out.

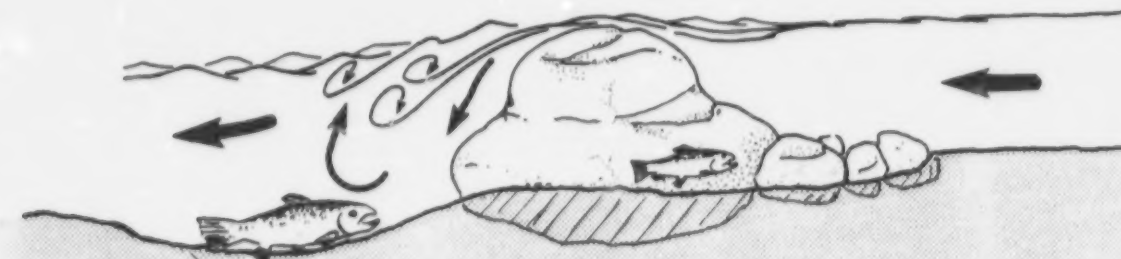
In the early 1980's, Dutch Elm disease swept through the province. Hundreds of these huge trees were killed along the Bartholomew River creating major obstructions along the entire watercourse when they fell. DFO, with the help of a number of public associations, removed the trees from the watercourse preventing serious stream diversion and bank erosion problems from occurring.

Since then, over 30 stream cleaning operations have been carried out in New Brunswick. Groups such as the Miramichi Salmon Association, the Moncton Fish and Game Association, the Miramichi Outdoor Club, and many others, have sponsored successful projects on the Miramichi and Restigouche systems.

11.0 REFERENCES

- Government of Canada, Department of Fisheries and Oceans, 1980.
New Brunswick Department of Environment, Water Resources Branch. 1985.
Ontario Ministry of Natural Resources. 1984.
Reeves, G.H., and T.D. Roelofs. 1982.
Stream Renovation Guidelines Committee. 1983.

FACT SHEET "A"
INSTREAM DEBRIS REMOVAL
REVISED:



BOULDERS AND LOGS THAT DO NOT
RESTRICT THE FLOW, SHOULD BE
LEFT IN PLACE FOR COVER.

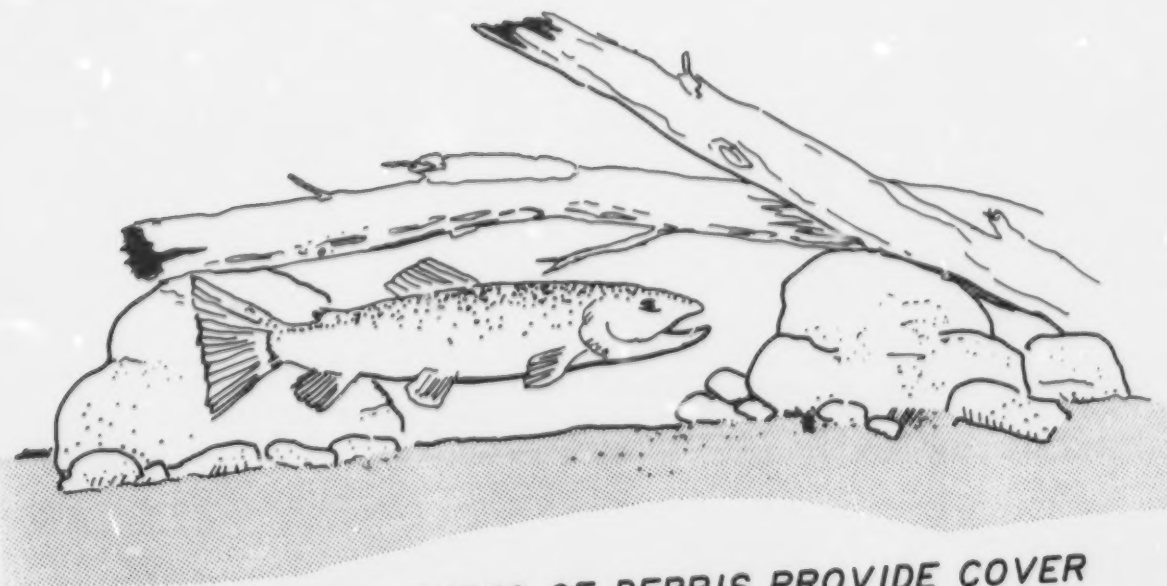


**FIGURE A-1: SOME TYPES OF DEBRIS PROVIDE COVER
FOR FISH.**

STREAMSIDE PLANTING OF VEGETATION

***** ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N.B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT.**

1.0 DESCRIPTION

Vegetation planted along a waterbody stabilizes the bank and improves water quality. This technique should be used whenever a habitat improvement project will expose the streambank or where past activities have resulted in erosion. Surprisingly, the plants suggested here are more effective in certain situations than engineered structures for stabilizing banks. Natural methods of stream improvement should always be considered first although engineered structures are more appropriate when erosion must be controlled immediately.

This fact sheet describes the techniques used to plant grass and trees. The specialized technique of bank stabilization using brush and twig bundles is also described. Facts sheets E, F and G describe engineered structures.

2.0 PURPOSE

Streamside vegetation is important for the following reasons:

- a. Plant roots stabilize the streambanks reducing erosion and the resulting sediment deposition.
- b. The roots and overhanging branches of the plants along the water's edge provide cover for fish.
- c. Large trees provide shade and reduce solar heating of water in the summer.
- d. Streamside vegetation provides a resting and breeding place for insects which may eventually fall into the water to become food for fish.

e. Leaves and other organic matter which fall into the water provide food for aquatic insects and nutrients for micro-organisms.

f. Streamside vegetation is aesthetically pleasing and provides food and cover for birds and other wildlife.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

This technique is used along fresh water (e.g. streams, rivers, lakes) and salt water shorelines (e.g. estuaries, bays, oceans) where vegetation has been removed either through man's activities (e.g. agriculture, forestry, etc.) or trampling by livestock.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

4.1 General Recommendations

a. It is preferable for the shoreline to be at a stable slope. If not, it may be necessary to grade or stabilize the bank (see Table 4.1).

b. Examine the area to determine which species thrive along the streambanks under local conditions.

Table 4.1 Guide for stabilizing slopes.

Slope*	Technique	Treatment
0.5 : 1 unstable	brush and twig bundles, or rip rap	These slopes sometimes hold without treatment. If the soil is unstable, the bank must be resloped to a lower angle.
1 : 1 unstable	combine brush and twig bundles with planting	Mulching and fertilization is almost always necessary. Brush and twig bundles can be used alone or in combination with rip-rap.
2 : 1 stable	plant	Can loosen soil to apply fertilizer and seed. Should use light mulch on droughty soils.
4 : 1 stable	plant	Can cultivate with machinery. Drill in fertilizer and seed.

*ratio of horizontal to vertical distance

"2"

- 2

8

-

4.2 Plant Species Selection

In general, streamside vegetation should consist of a mixture of grasses, shrubs and trees. Grasses and legumes should be seeded first. Legumes supply nitrogen to the soil and consequently enhance the establishment of other plants. Planting shrubs helps to activate the natural process of regeneration and to ensure more complete stabilization of the soil. Trees shade the stream, they should only be planted if the soil is already stable.

4.2.1 grasses and legumes

Five mixtures of herbaceous seeds are suggested in Appendix B-1. Mixtures 1, 2 and 3 should be sown at a rate of 0.8 kg/100 sq m (80 kg/ha). Mixtures 4 and 5 should be sown at 1.3 kg/100 sq m (130 kg/ha). Hydroseeding can be done from spring thaw until late September. Seeding by hand should be carried out in late spring or early summer when conditions are neither too wet nor too dry. The suggested species and patented mixes of seed are available commercially from agriculture co-operatives and dealers in grain and feed-crop seed. The individual species are described in Appendix B-2.

4.2.2 shrubs

Shrub species suitable for the revegetation of streambanks are listed in Appendix B-3. Soil moisture conditions under which they grow, and suitable reproduction methods, are given for the species that are tolerant to flooding. The shrub species listed in Table B-2 are intolerant to flooding and therefore should be planted above the high water mark. Individual species are described in Appendix B-4.

Shrubs should be planted about 1 m apart. Alternate the plants so that they are arranged in a zig-zag pattern (see Figure B-3). Plant shrubs deep where a greater amount of moisture is available and pack firmly. The ideal time for transplanting shrubs is in the spring but pot cultivation allows this period to be extended into the summer. Cuttings should be planted as soon as possible after spring thaw.

On steep or abrupt slopes it is necessary to use a special planting method. Shrubs are used to make twig and brush bundles and stakes (see Figure B-4). These are placed along the slope and will create a vegetated bank in 3 years. During the first year, the twig bundles will root while the stakes hold them in place. The brush bundles will root during the second year and further stabilize the bank. By the third year, the slope is stabilized and has a natural appearance.

4.2.3 trees

Trees should be planted in locations where the soil is stable: not close to the water's edge or on the crest of a slope. In general, it is preferable to plant trees above the high water line (see Figure B-1). When planting trees, try to follow the natural line of tree growth along the bank. They should be placed at least 5 m apart. Several tree species suitable for streamside planting are red maple, sugar maple, balsam poplar and grey birch. These species are tolerant to flooding. Other suitable species, intolerant to flooding, are white birch and trembling aspen. Avoid plant conifer species, since their roots are generally shallow and have less soil binding capabilities.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 Description of techniques (see Figure B-4)

5.1.1 twig bundles

Twig bundles should be made in the fall and kept in a cool, moist place throughout the winter. Select species which root easily as cuttings, such as willow and red oiser dogwood. Each twig should be approximately 30 cm (12 in) in length with at least one or two buds. Tie a fist-sized bundle of twigs together with a rubber band or string. The twigs should all be pointing in the same direction.

5.1.2 brush bundles

Brush bundles should also be gathered in the fall and stored throughout the winter. Select the same plant species as for twig bundles. Stems should be 150 cm to 180 cm (5 to 7 ft) in length. Tie bundles together with wire. The bundles should point alternately in opposite directions.

5.1.3 stakes

Select alder shrubs and cut to a length of 60 to 90 cm (2 to 3 ft). Sharpen their points with an axe. These stakes should not rot quickly or root in the soil.

5.2 Application of the Technique (see Figure B-4)

- a. The work should be done in the spring.
- b. Terrace the bank slightly.
- c. Begin at the bottom of the slope and complete one terrace at a time.
- d. Put vertical stakes in place.
- e. Put horizontal stakes in place and wire to vertical stakes.
- f. Place brush bundles horizontally along the slope.

- g. Cover with soil .
- h. Cover the brush bundles with twig bundles. Stick the twig bundles 12 to 15 cm (5 to 6 in) into the ground.
- i. Cover partially with soil.
- j. If more height is required, a second brush bundle can be added over the horizontal stakes. This would fall between steps (d) and (e).
- k. Continue to the next terrace.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

The sites should be monitored to determine the survival of the planted vegetation. Plants lost to animal damage or winter kill should be replaced. Some shrub species may require cutting back every 3rd or 4th year to improve low, dense growth characteristics.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

The primary factors contributing towards overall cost are the price of the plants and transportation expenses. Soil cultivation costs may be significant if hydroseeding is used. Plants suggested in this fact sheet should thrive with minimal care.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. This technique has many direct and indirect benefits for fish (e.g. improves water quality).
- b. The improvement work has a natural appearance and is self-renewable.
- c. Many of the plant species are beneficial to birds and other wildlife.
- d. The improvement work is relatively simple to perform.
- e. Planting costs are low.
- f. In most circumstances long term maintenance will not be necessary.
- g. It does not require the use of heavy equipment.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. Restricts other land use possibilities.
- b. Improper planting may do more harm than good (e.g. shrubs planted too close to water's edge may cause excessive shading, silt and debris accumulation).
- c. Some maintenance of planted areas may be required.

d. In some areas (e.g. steep banks, high velocity currents) this method may have to be combined with engineered structures.

10.0 EXAMPLES OF USE

A project was carried out by Fisheries and Oceans in Nova Scotia on Pinevale Brook, a tributary of South River. Reed canary grass was used to stabilize areas where silt had accumulated near half log structures. The grass was seeded manually. Fertilizer appeared to be very important for the establishment of the grass.

A hydroseeding project was carried out in the Bathurst area by the Department of Natural Resources and Energy. Three road and stream crossing sites were seeded with a mixture of red fescue, Kentucky bluegrass, rye grass, red top and white clover. No prior site preparation was done. The hydroseeder was used to spread and cover the mixture of seeds, fertilizer and mulch. The two level sites seeded successfully. The third site, sandy with a 30 degree slope, was not successful. For severe critical erosion areas, it was felt that site preparation should be done.

11.0 REFERENCES

- Blouin, Glen. 1984.
- Houde, Benoit and Gisele Bertrand. 1986.
- Marie-Victorin, Frère. 1947.
- McKay, Sheila, and Paul Catling. 1979.
- Meister, J.P. 1986.
- Ontario Ministry of Natural Resources 1984.
- Programme Berges neuves. 1985.
- Roland, A.E., and E.C. Smith. 1969.
- White, Ray J. and Oscar M. Brynildson. 1967.

APPENDIX B-1

RECOMMENDED MIXES OF HERBACEOUS PLANTS

These mixtures should be available commercially from agriculture co-operatives and dealers in grain and feed-crop seed.

Mixture 1 - ground temporarily flooded in the spring

alsike clover	10%
creeping white clover	10%
timothy	40%
reed canary grass	40%

Mixture 2 - ground gently sloping

alsike clover	15%
red fescue	55%
red top	15%
timothy	15%

Mixture 3 - ground sloping, well drained

Canada bluegrass	30%
creeping white clover	15%
orchard grass	35%
smooth broome grass	20%

Mixture 4 - ground poor, rocky without organic soil

Patented mixes MR-77 and LAB 2001 produce a resistant perennial herbaceous cover of moderate growth, without addition of surface earth.

Mixture 5 - sandy ground

Patented mix LAB 2009 is useful for retaining sand, even under saline conditions, in areas where wind erosion is moderate to average.

APPENDIX B-2

HERBACEOUS PLANT SPECIES

Grasses

The following grasses have been selected for their aggressiveness which allows them to colonize soils quickly. If your stream is close to an agricultural area, inform local farmers that these grasses are not weeds.

a. **Canada bluegrass** (*Poa compressa*) - This is a rustic plant with a coarse texture resistant to drought and trampling. It survives and grows on dry, sandy soils as well as on poorly drained clay soil.

b. **orchard grass** (*Dactylis glomerata*) - This plant grows vigorously and tall.

c. **reed canary grass** (*Phalaris arundinacea*) - This plant grows very tall and erect. It prefers moist soil but tolerates both prolonged spring flooding and drought.

d. **red fescue** (*Festuca rubra*) - This plant prefers dry, sandy soils but can tolerate shade and boggy conditions.

e. **red top** (*Agrostis alba*) - This is a hardy plant which reproduces by rhizomes and stolons. It prefers moist soils but can survive for a short time in well drained areas.

f. **smooth broome grass** (*Bromus inermis*) - This plant may spread into large colonies in scattered locations. It is resistant to drought.

g. **timothy** (*Phleum pratense*) - This plant grows erect and has a rough texture. It tolerates drought and flooding.

Legumes

a. **alsike clover** (*Trifolium hybridum*) - This plant can tolerate poor, badly drained soil.

b. **creeping white clover** (*Trifolium repens*) - This is a hardy, stoloniferous plant. It survives in acidic, poorly drained soils.

APPENDIX B-3

RECOMMENDED SHRUB SPECIES

Table B-1. Non-native shrub species tolerant to flooding.

SPECIES	SOIL MOISTURE			PROPOGATION		
	M	A	D	S	HC	WC
bank wild rose	*	*	*		*	
silverberry	*	*	*		*	

Soil Moisture - M (moist), A (average), D (dry)

Propagation - S (seed), HC (herbaceous cutting), WC (woody cutting)

NOTE: Seed and herbaceous and woody cutting refer to methods of propagating your plant species. Herbaceous cuttings (soft parts of the plant such as a stem and leaf) are rooted in water, then planted. Woody cuttings, such as twigs and branches, can be rooted directly into the ground.

Table B-2. Native shrub species intolerant to flooding.

SPECIES	SOIL MOISTURE		
	M	A	D
beaked hazel (<i>Corylus cornuta</i>)		*	
choke cherry (<i>Prunus virginiana</i>)		*	*
elderberry (<i>Sambucus canadensis</i>)	*	*	
high-bush cranberry (<i>Viburnum trilobum</i>)		*	*
serviceberry (<i>Amelanchier</i> sp.)		*	*
staghorn sumac (<i>Rhus typhina</i>)			*
Virginia creeper (<i>P. quinquefolia</i>)	*	*	*

Soil Moisture - M (moist), A (average), D (dry)

Table B-3. Native shrub species tolerant to flooding.

SPECIES	SOIL MOISTURE			PROPOGATION		
	M	A	D	S	HC	WC
bayberry					*	
broad-leaved meadowsweet	*	*				*
buffalo-berry		*	*	*		
red osier dogwood	*	*	*	*		*
shrubby cinquefoil		*	*		*	
speckled alder	*			*		
sweet gale (salt resistant)	*				*	
willow	*					*
witherod	*					

Soil Moisture - M (moist), A (average), D (dry)

Propogation - S (seed), HC (herbaceous cutting), WC (woody cutting)

APPENDIX B-4

CHARACTERISTICS OF RECOMMENDED SHRUB SPECIES

- a. **bank wild rose** (*Rosa johanensis*) - This rosebush grows on the shores of lakes and streams. It can survive temporary flooding. It grows up to 1 metre tall with a more or less erect, thick stem. This shrub has a running and suckering root system.
- b. **bayberry** (*Myrica pensylvanica*) - The bayberry's root nodules fix nitrogen from the air. This bushy and pleasant smelling plant can withstand salinity and grows spontaneously on seashores.
- c. **broad-leaved meadowsweet** (*Spiraea latifolia*) - This shrub grows in a wide variety of soils preferring wet, open environments such as the banks of streams and ditches. It grows 1.5 to 2 metres in height and stands erect. The roots are fibrous.
- d. **buffalo-berry** (*Shepherdia canadensis*) - The root nodules of this shrub fix nitrogen from the air. This species is very resistant to dryness and salinity. It grows from 1.5 to 2 metres in height with a more or less erect, thick stem. The nodulated roots are suckering.
- e. **red osier dogwood** (*Cornus stolonifera*) - This is a stoloniferous shrub which adapts to all environments: dry, wet, temporarily flooded, shaded or sunny. Its stoloniferous root system and its adaptability make it an ideal shrub for fixing soils. The red osier dogwood grows 1 to 3 metres in height in a spreading pattern. It has a running root system.
- f. **shrubby cinquefoil** (*Potentilla fruticosa*) - This species grows in a variety of soils but prefers open places or rocky shorelines. It tolerates salinity. The shrubby cinquefoil grows to 1 metre in height with a short, thick stem. Its running roots are very fibrous.

g. **silverberry** (*Elaeagnus commutata*) - This is a suckering shrub whose root nodules fix nitrogen from the air. It can survive in poor, dry soils and tolerates salinity. The silverberry grows 1 to 4 metres in height on its thick, erect stem. The roots are nodulated, running and very stoloniferous.

h. **speckled alder** (*Alnus rugosa*) - This is a very hardy shrub whose root nodules fix nitrogen from the air. It grows best in a wet environment. It can survive prolonged flooding but does not tolerate dryness well. It grows 2 to 4 metres in height and usually in clumps. The roots are shallow. Although alders are often considered pests, they are among the most well-adapted shrubs for stabilizing soil. To avoid problems, never plant alders in low gradient streams.

i. **sweet gale** (*Myrica gale*) - This shrub's root nodules fix nitrogen from the air. It grows on sandy shorelines and can survive prolonged flooding. The sweet gale, a bushy, pleasant-smelling shrub, grows to about 1 metre in height. It has a running root system.

j. **willows** (*Salix* sp.) - Willows are suited to wet terrain and tolerate more or less prolonged flooding depending on the species. Their height is variable and they have running root systems.

k. **witherod** (*Viburnum cassinoides*) - This plant, also known as wild raisin, is usually found in the moist, acid soils of swamps, bog edges and shores but can grow in a variety of soils.

FACT SHEET "B"
STREAMSIDE PLANTING OF VEGETATION
REVISED:

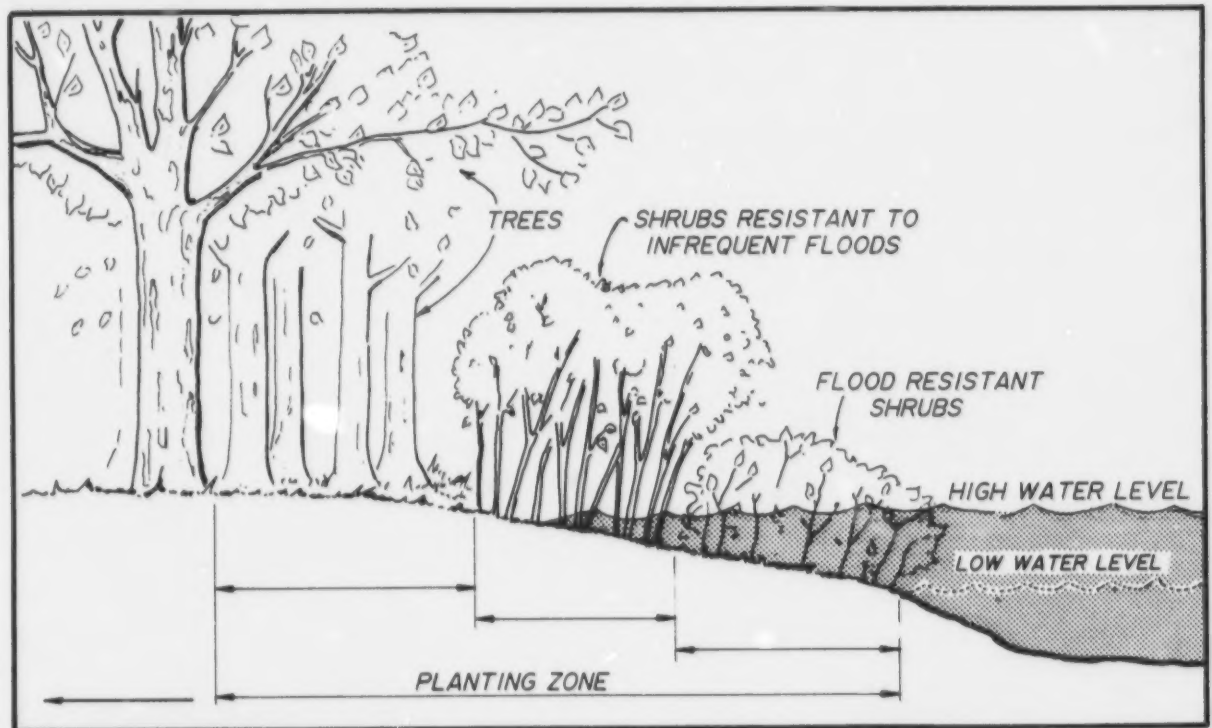


FIGURE B-1: REVEGETATION ON A GRADUALLY SLOPING BANK

FACT SHEET "B"
STREAMSIDE PLANTING OF VEGETATION
REVISED:



FIGURE B-2: ACTION OF ICE ON BANK VEGETATION IN THE SPRING SHOWING REJUVENATION OF A DAMAGED SHRUB. EVEN WHILE DAMAGED, THE ROOTS OF THE SHRUB STILL RETAIN SOIL, PREVENTING BANK EROSION.

FACT SHEET "B"

STREAMSIDE PLANTING OF VEGETATION: SHRUBS
REVISED:

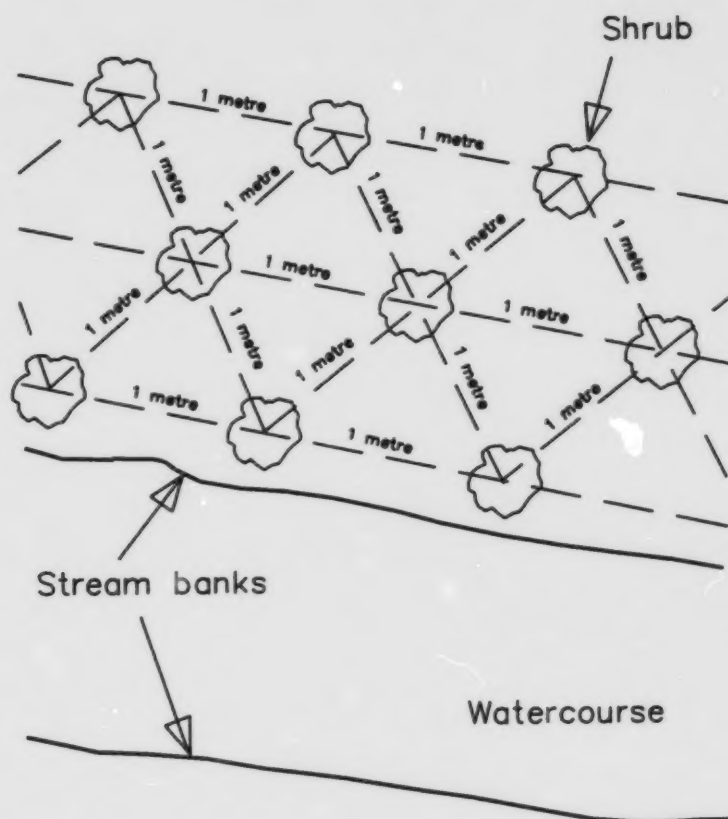


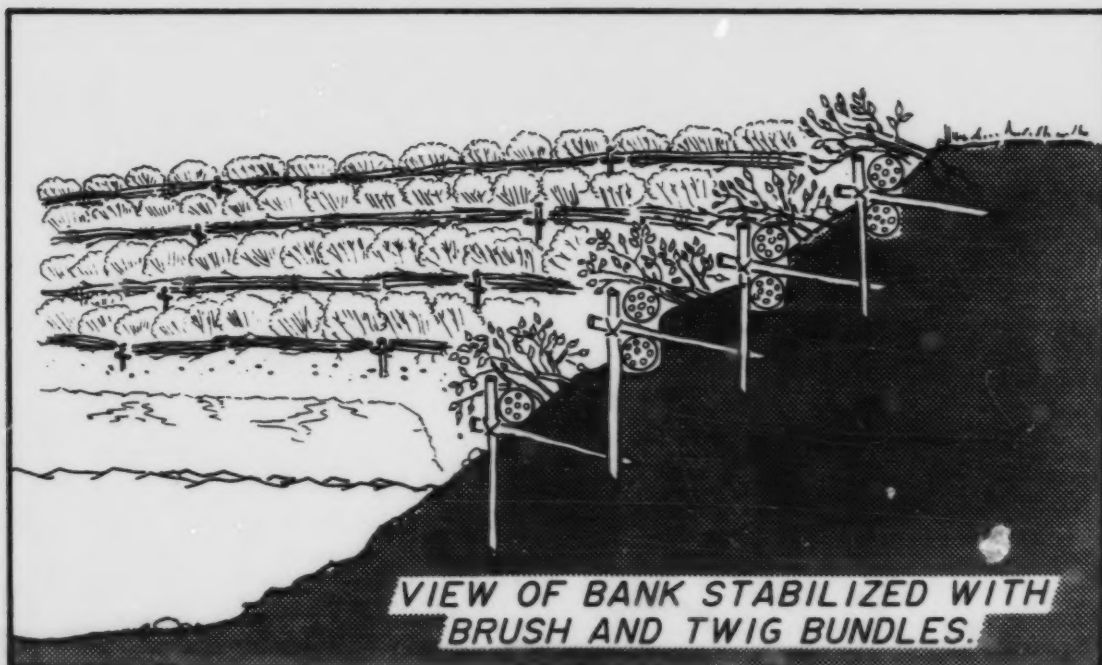
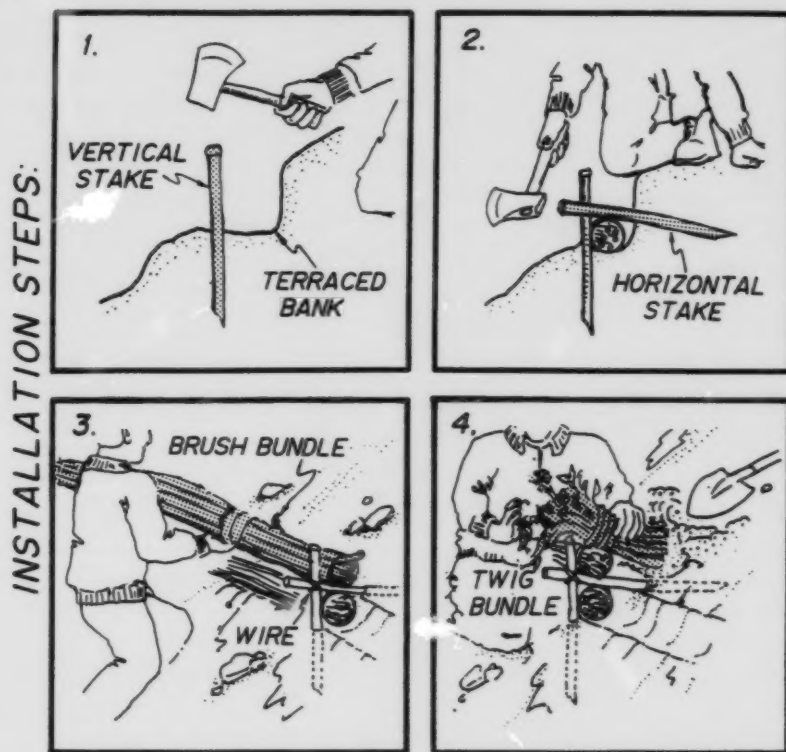
FIGURE B-3: ZIG-ZAG PATTERN BY WHICH SHRUBS SHOULD BE PLANTED FOR SHORELINE STABILIZATION.

FACT SHEET "B"

STREAMSIDE PLANTING OF VEGETATION: BRUSH AND TWIG BUNDLES

REVISED:

FIGURE B-4:



INSTREAM PLACEMENT OF BOULDERS

***** ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N.B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT**

1.0 DESCRIPTION

Boulders can be placed in a watercourse to accelerate, slow down or break up the current. Boulders also improve fish habitat by creating cover in areas where it is lacking. Scour holes develop on the downstream side of the boulders providing a sheltered area for the fish to rest and feed (see Figure C-3). Boulders can be placed individually but work better in groups.

2.0 PURPOSE

a. nursery cover

Boulders located along the edge of a stream provide a place for fry to escape fast currents and hide from predators. A dense placement of individual boulders provides good nursery cover.

b. cover in riffles and runs

In faster currents, boulders provide resting and feeding places for juvenile and adult salmonids. Fish tend to lie downstream of the boulders where they don't have to fight a continuous current. They can dart from either side to pick up food carried in the current. Boulders may cause a reduction in fighting among juvenile fish and a decrease in the size of their territories. Boulders also provide refuge for adult fish migrating upstream.

c. cover in pools

Adult fish use boulders for cover in pools. These boulders are particularly effective during periods of low flow when little cover is provided by the water's depth.

d. winter shelters

Boulder placement in areas described in parts a., b. and c. above will also provide these fish with areas where they can remain relatively inactive during the winter season, thus conserving energy.

e. bottom cleaning

Boulders can act as small deflectors, concentrating and accelerating the stream flow. This cleans the stream bottom by dislodging fine sediments and carrying them downstream.

f. surface turbulence

Placing boulders directly beneath the water's surface will riffle the otherwise smooth surface decreasing the visibility of the fish from above the water.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

This technique is used in streams lacking cover. This may be a natural occurrence or the result of the removal of substrate from the streambed to prevent log jams during stream drives. It should not be used in streams where ice scouring and flooding are a problem.

Boulder placement is most effective in wide, shallow, swift-flowing stream channels. It is often used in slow-moving sections to increase the water velocity. This technique is most effective in stable channels with large gravel and/or rubble bottoms. Unstable streambeds, consisting of fine gravel or sand, will shift under the pressure of the stream flow, burying the boulders. Boulders, therefore, should be used only where the bed material will remain relatively stable during floods. Stream bottoms consisting of large gravel or cobble are reasonably stable if flood velocities do not exceed 2.4 m/sec (8 ft/sec).

Elevated banks are preferable. Ensure that the streambanks of the section to be improved are stable because large rocks may divert the stream current against one or both banks. If the banks are easily eroded, bank protection will be required.

Normally, boulder placement is not necessary when the pool vs riffle ratio exceeds 20 percent pools.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

a. Conduct a stream survey during moderate or low flow conditions when the bottom substrate can be seen easily:

- i) assess the need for boulders
- ii) determine if ice scouring or flooding is a problem
- iii) determine if banks are stable
- iv) note access to various river reaches

b. Determine whether there is a nearby source of boulders. Angular boulders which will not disintegrate and are large enough to resist the force of the water are preferable.

c. From the survey, draw a plan view of the stream channel(s) to be improved.

- i) identify areas where boulders should be placed
- ii) determine the number of boulders required
- iii) determine the size of the boulders required
- iv) rocks must be large enough to resist displacement during floods

NOTE: If the bottom is stable, a rock of 0.6 m (2 ft) diameter weighing about 454 kg (1000 lbs) will resist movement in current velocities up to 3 m/sec (10 ft/sec). A 1.2 m (4 ft) rock will be stable in velocities up to about 4m/sec (13 ft/sec). Table C-1 shows the correlation between the size and weight of rocks.

d. A rock should not be greater in its largest dimension than one fifth of the width of the channel at normal summer flows.

e. As a general rule, allow one large rock per 27 sq m (300 sq ft).

f. Stockpile boulders by the stream edge (above the high water level) during the winter months if necessary.

g. Move the boulders to the improvement site(s) with a loader. Remember, heavy equipment will be used only if absolutely necessary.

h. Carry out boulder placement during the summer low flow period in trout streams and from mid-July to

mid-September in salmon streams. Remember that streambank damage and costs are reduced by the careful choice of access points.

- i. For smaller boulders, the final arranging can be done after they have been deposited at the site.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 Placement of single boulders.

- a. Boulders should be placed at the upstream end of a shallow pool or run and the middle or downstream end of a riffle.
- b. Riffle areas must have an adequate, even flow of water so the boulders will not cause the filling in of gravel.
- c. Angular, elongated boulders are best for forming scour holes. The longest side should be placed at 90 degrees to the bank.
- d. Larger scour holes will form in swifter currents.
- e. Ensure all boulders fit snugly into the stream bed (10-30 cm or 4-12 in) and are placed on bed material relatively free of larger rocks.
- f. Boulders should never be closer than 1m (3.3 ft) to the bank. Avoid diverting the current directly towards the streambank.
- g. Boulders should not obstruct more than 20% of the stream.
- h. Place all boulders so that they will be operational in low water periods. Those which protrude above the water at low and medium flows provide superior benefits to habitat.
- i. Clumps of boulders resist ice movement, form large scour holes, reduce stream velocities by increasing channel roughness and provide cover for fish (see section 5.2).
- j. If the water becomes murky easily, begin placing boulders at the downstream end and work upstream.
- k. If a canoe channel exists before the improvement work is begun, ensure it is kept clear of boulders.

5.2 Placement of groups of boulders (see Figure C- 1)

5.2.1 General Guidelines

- a. These guidelines are for streams 4 to 8 m (13 to 26 ft) wide.
- b. Boulders should weigh approximately 50-100 kg (110-220 lbs).
- c. Banks should be stable and elevated 1 m (3.3 ft) or more above the high water level
- d. Boulders should be placed at least 10 cm (4 in) into the streambed (see Figure C-2).

5.2.2 Two Boulders

- a. Place the boulders at least 1 m (3.3 ft) from the bank.
- b. Groups can be placed randomly.

5.2.3 Three Boulders (triangle shape)

- a. Place in the middle third of the stream.
- b. The point of the triangle should be facing upstream.
- c. Groups can be placed randomly.
- d. If placed behind one another, leave a distance of 8 to 16 m (26-53 ft) between groups.

5.2.4 Four Boulders (diamond shape)

- a. Place the boulders in the middle third of the stream.
- b. The point of the diamond should be facing upstream.
- c. Groups can be placed randomly.
- d. If placed behind one another, leave a distance of 8 to 16 m (26-53 ft) between groups.

5.2.5 Three Boulders (parallel rows)

- a. Groups should be at least 1m (3.3 ft) from the bank.
- b. Rows should be parallel to the current.
- c. Place two rows, with 1m (3.3 ft) between rows.

5.2.6 Five to Six Boulders (semi-circle)

- a. Place the boulders at least 1m (3.3 ft) from the bank.

- b. The center of the arc faces upstream.
- c. Leave 1m (3.3 ft) between rows.
- d. It is preferable to alternate from one side of the stream to the other.
- e. Leave 8m (26 ft) between groups, measuring along the center of the stream.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

Depending on the stream and the placement of the boulders, monitoring and maintenance work may be necessary on an annual basis. Ice scour and flooding may cause movement of the boulders. Undesirable currents may cause bank or streambed erosion and sediment or gravel deposition may occur if boulder placement creates flow separations and eddies.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

The primary factor influencing the cost of this technique is the proximity of boulders. The relative ease of access to the streambank is another consideration.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. Boulders may be readily available near potential improvement sites.
- b. The improvements can be relatively long-lasting.
- c. The improvement work has a natural appearance.
- d. The technique requires no engineering skill.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. The structures may require frequent maintenance.
- b. It can be very expensive if boulders are not nearby.
- c. Placement of boulders often requires the use of machinery in the watercourse.
- d. Boulders near banks can cause erosion where the substrate is not stable.
- e. Boulders will disappear in time in certain rivers (e.g. gravel bottom).

10.0 EXAMPLES OF USE

Boulder placement has been used as an enhancement technique in New Brunswick on the Big Tracadie River (see NBDNRE, 1978). Results have been variable. Some enhancement sites have remained unsilted and the rocks have retained their positions. Other sites have filled in with gravel and the rock formations have broken up. Rocks fractured because sandstone, available at a nearby quarry, was used. In the unsilted improved sites, sampling has revealed salmon parr and juvenile brook trout populations of over 50 fish per 100 sq meters compared with virtually no fish older than fry in the same sections prior to

enhancement.

Boulder placement has been used in Nova Scotia for habitat improvement on Elderkin Brook, Kings County, and on Frenchvale Brook, Cape Breton (personal communication, B. Sabeau, Nova Scotia Dept. of Lands and Forests). Habitat improvement in both streams involved the use of several techniques in addition to boulder placement. Changes in adult trout populations were documented although such changes cannot be attributed to particular improvement techniques. Maintenance of structures is an ongoing need for both streams.

11.0 REFERENCES

Gilbert, John C. 1978.

New Brunswick Department of Environment, Water Resources Branch. 1985.

Ontario Ministry of Natural Resources .1984.

Paquet, Gilles.1984.

Seehorn, Monte E. 1985.

United States Department of Agriculture, Forest Service. 1969.

United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. 1979.

Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986.

APPENDIX C-1
BOULDER WEIGHT AND SIZE APPROXIMATIONS

TABLE C-1. Approximate weights and measurements for a square rock assuming 150 lbs/cu ft.

LENGTH		WEIGHT		VOLUME	
m	in	kg	lbs	cu m	cu ft
0.25	10	50	105	0.02	0.6
0.50	20	310	690	0.13	4.4
0.75	30	990	2,200	0.42	14.8
1.00	40	2,360	5,250	1.00	35
1.26	50	4,720	10,500	2.00	70
1.44	57	7,090	15,750	3.00	105

FACT SHEET "C"
INSTREAM PLACEMENT OF BOULDERS
REVISED:

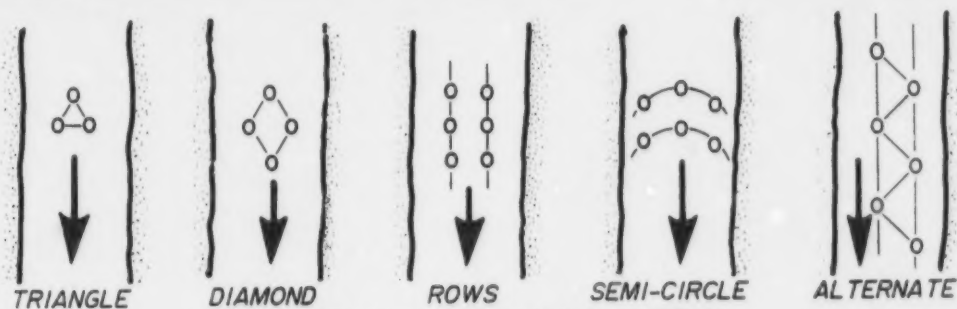


FIGURE C-1: GROUPING OF BOULDERS

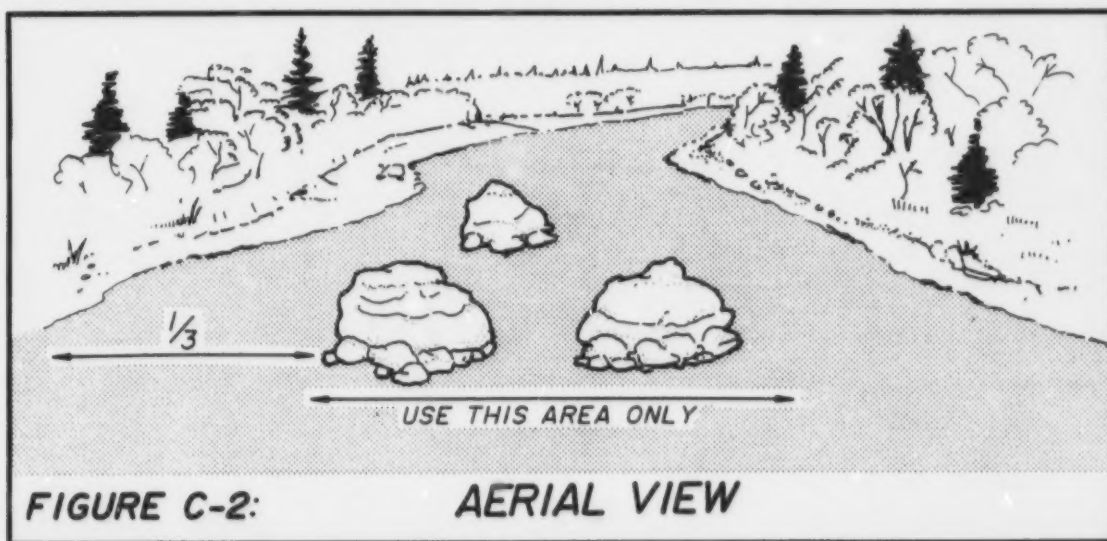


FIGURE C-2: AERIAL VIEW



FIGURE C-3: CROSS-SECTION

INSTREAM WOODEN SHELTERS: HALF LOG and TREE

*** ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N. B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT.

1.0 DESCRIPTION

These wood base techniques are easy to assemble structures which can be used to improve fish habitat in streams lacking cover. These techniques can be used alone or in combination with other stream improvement structures.

Tree shelters are felled trees placed parallel to the current along the bank with their tops angled downstream. The trunk of the tree can be secured onto the shore using several methods. If necessary, rebar can be used at regular intervals along the trunk to hold the tree in place.

Half log structures are constructed using a log split in two lengthways. The flat side of the log is supported underneath at each end with a wooden block. The half log is held in place by driving rebar through pre-drilled holes in both ends of the structure and into the streambed.

There are a variety of other techniques which can be used in streams to provide shelter for fish. Those discussed in this Fact Sheet are recommended.

2.0 PURPOSE

These techniques provide cover for juvenile and adult fish. Fish use both tree and half log structures for shelter and feed in the water flowing past.

Tree shelters may be useful for bank stabilization particularly along the outside of meanders. They should not be used as deflectors as this could cause erosion problems.

Remember, cover devices do not necessarily improve habitat for young salmon. These devices may be better suited to trout habitat improvement.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

3.1 HALF LOG STRUCTURE (see Figure D-1)

These structures should be used in low to medium gradient streams less than 10 m (33 ft) wide lacking cover. Larger, steeper streams are more likely to suffer ice scouring resulting in damage or burial of the half log structures. Also, flooding should not be severe. Half log structures will last longer if completely submerged at all times.

Half logs should be shelters, not sediment collectors. Your half log structure should be used in relatively sediment-free areas only and placed on solid substrate.

Caution - Large, steep streams can form huge ice sheets. When broken up during spring thaws these sheets can scour stream and river bottoms putting your labours to waste.

3.2 TREE SHELTER (see Figure D-2)

Tree shelters should be used in streams lacking cover and approximately 4 to 8 m (13 to 26 ft) wide. Trees for construction should be available nearby. Streams where this technique is applied may have varied flow and ice conditions. Extreme environmental conditions will increase maintenance requirements.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

4.1 HALF LOG STRUCTURES

- a. Survey the stream at low water to determine if there is a need for additional cover. Substrate type and water depth during summer flow conditions are important as the structure must remain submerged at all times. The water depth should be between 30 (12 in) and 90 cm (48 in).
- b. The half log structures should be placed below spawning sites and/or riffle areas near banks, in shallow pools with enough current to scour silt or behind large, angular rocks.
- c. Cedar should be used, if possible, because it resists rot. Other softwoods can be used as well.

4.2 TREE SHELTER

- a. Survey the stream during low water conditions to determine if there is a need for additional cover. Water depth during summer flow conditions is important.
- b. Tree shelters should be placed in areas of relatively slow-moving water.

- c. Softwoods, preferably cedar, should be used to build tree shelters. Remember when securing the butt end of the tree that softwood trees are shallow-rooted and additional anchoring may therefore be required.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 HALF LOG STRUCTURE

- a. Determine where the structure should be placed. Consider water depth, stability of the substrate and nearby banks, sedimentation and the presence of large boulders, spawning and riffle areas, and trees suitable for construction materials.
- b. Obtain the necessary equipment: ladder; impact plate; maul; rebar. Wire should be wrapped around the head of the maul to secure it to the handle. This will reinforce the maul's strength and protect the handle from chipping or splintering.
- c. The log used for this structure should be 3.5 m (8 ft) long and about 20 cm (8 in) in diameter. The log should be cut in half along its length.
- d. Pre-drill holes in the half log 15 cm (6 in) from each end.
- e. Set the log on two blocks, called spacers, which are 10 x10 x10 cm (4 x 4 x4 in) in size.
- f. Pre-drill the centre of the spacers.
- g. Place the half log slightly off from the current with the flat side down and supported at each end by the spacers.
- h. Drive #15 rebar through the holes in the log and spacers until the rebar is only 30 cm (12 in) above the top of the log. We suggest that the rebar be driven at a slight angle into the current for maximum holding in the substrate.
- i. Bend the rebar over until it is flush and parallel with the log or top off the end of the rebar with surveyors' caps. The end of the rebar should be facing downstream so it will not snag floating debris.

5.2 TREE SHELTER

- a. Determine where the tree shelter should be placed. The streambanks should be elevated and stable and the water should be relatively slow-moving and at least 30 cm (12 in) deep.
- b. Fell the entire tree so that it is lying almost parallel to the current along the bank. The tree should be 3 to 4.5 m (10 to 15 ft) long and the branches should be no longer than 1.5 m (5 ft). The stump must be at least 30 cm (12 in) tall in order to secure the tree with it.
- c. There are several methods to secure the butt end of the tree:
 - i) Leave it attached to the stump.
 - ii) Secure the tree to the stump, another tree or a metal post with a steel cable. The post should be 1.5 (5 ft). long and driven 1.0 m (3 ft) into the ground.
- d. The butt end should be secured above the high water line or in such a way that it will not snag floating debris.
- e. Drill holes in the tree where rebar is required.
- f. Drive the rebar through the holes in the tree until it is 30 cm (12 in) above the top of the tree.
- g. Bend the rebar over until it is flush and parallel with the log or top off the end of the rebar with surveyors' caps. The end of the rebar should be facing downstream so it will not snag any debris.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

Regular monitoring of these techniques after installation is a must.

- a. Ensure that the structure is serving the purpose for which it was installed. Numbers and size of fish using the structure may be determined by electrofishing the area in late summer. (Electrofishing can be done only with the assistance of fisheries biologists or fishery officers.)
- b. Inspect the structures after the ice is gone to see if they have shifted or need to be repaired or replaced.
- c. Ensure that they are not collecting debris.
- d. Monitor sediment deposition around half logs.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

The construction costs of half log and tree shelters depend on the proximity of the materials. If the materials are available nearby, the costs will be low.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUES

- a. simple to design and install;
- b. can be easily adjusted for optimum success;
- c. provides cover;
- d. natural appearance;
- e. inexpensive to build;
- f. only simple tools are required.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUES

9.1 HALF LOG STRUCTURES

- a. may erode bank or dam stream;
- b. proper placement of the structure is crucial;
- c. may require periodic repairs and/or replacement;
- d. susceptible to ice damage and prone to filling with sediment;
- e. structure may collect unwanted debris.

9.2 TREE SHELTERS

- a. are essentially a temporary measure which may require periodic replacement;
- b. may collect unwanted debris and sediment.

10.0 EXAMPLES OF USE

Half log structures have not been used in New Brunswick. In Nova Scotia, half log structures were among a variety of techniques used to enhance habitat on the Elderkin Brook in Kings County. These structures were installed during the summer of 1984. They were monitored after one year. Populations of fry and adult brook trout increased after one year. However, there was also a noticeable decline in the number of trout in the same brook, suggesting localized habitat improvement but not necessarily an absolute increase in stream productivity.

Tree shelters were used in Green River near Edmundston during the summer of 1986 in conjunction with other improvement techniques. Lack of cover for trout is a major problem in this river. Movement of juvenile trout towards the tree shelters was noticed immediately after installation.

11.0 REFERENCES

Government of Canada, Department of Fisheries and Oceans. 1980.

Ontario Ministry of Natural Resources 1984.

Paquet, Gilles. ,1984. .

Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986.

FACT SHEET "D"

INSTREAM WOODEN SHELTERS: HALF-LOG REVISED:

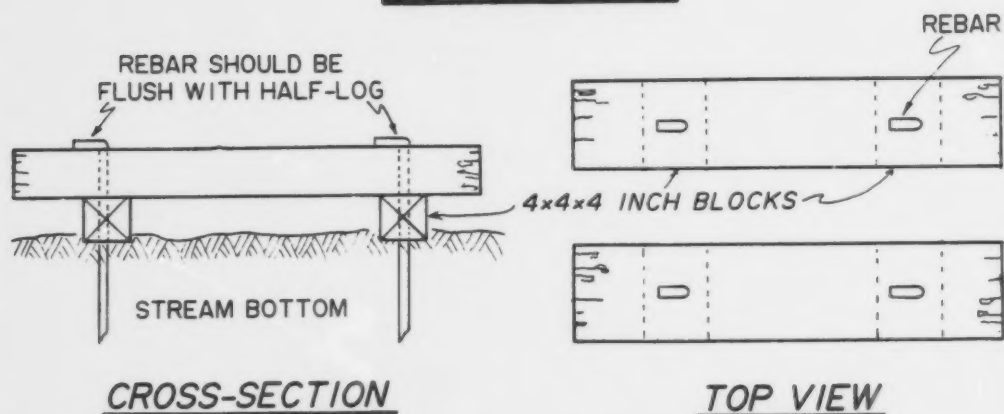
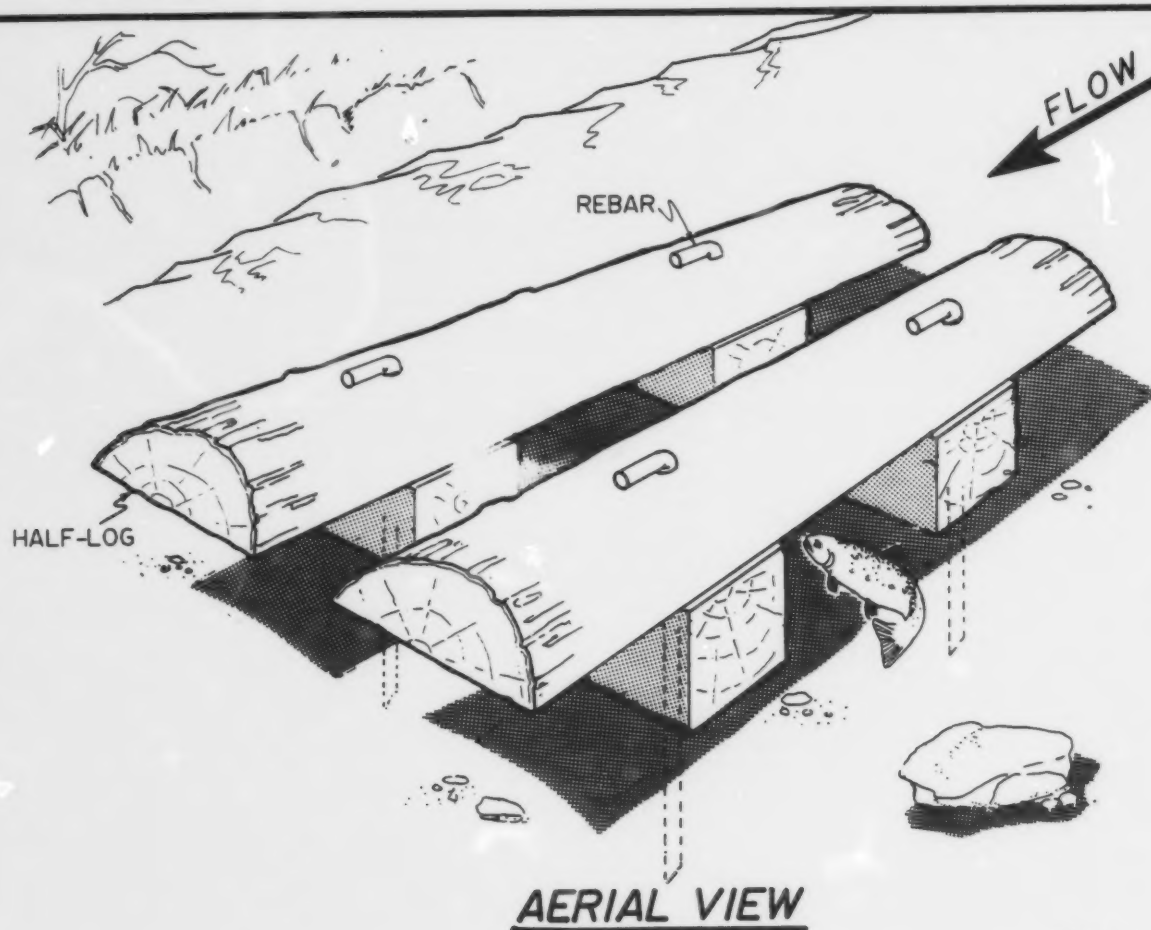
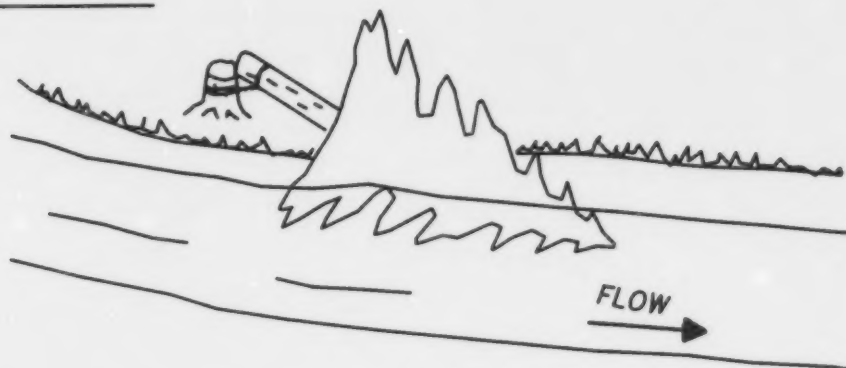


FIGURE D-1: INSTREAM PLACEMENT OF HALF-LOGS.

FACT SHEET "D"
INSTREAM WOODEN SHELTERS: TREE
REVISED:

AERIAL VIEW



CROSS-SECTION

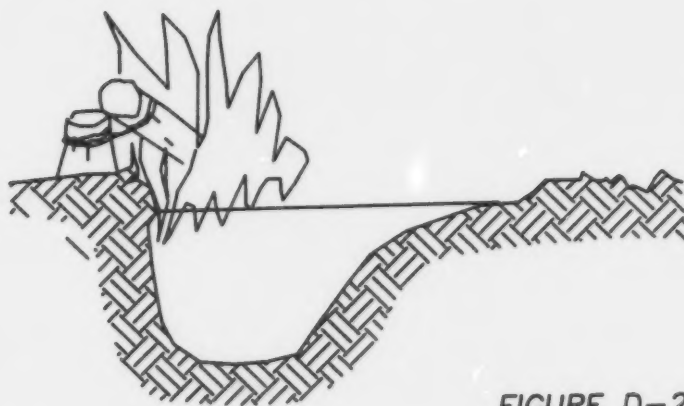


FIGURE D-2: PLACEMENT OF TREE
SHELTERS IN A STREAM.

LOW HEAD BARRIERS

*****ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N.B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT**

1.0 DESCRIPTION

A low head barrier is a structure built across a stream perpendicular to the flow of water. They are intended to funnel water towards the center of a stream to create a small waterfall. This, in turn, forms a scour hole at the foot of the dam creating a small pool known as a plunge pool. Gravel carried by the current from the scour hole and deposited downstream may form suitable spawning beds.

There should be several centimetres of water flowing over the dam most of the year. The water above the dam is known as the head. Many dams are built with spillways to allow fish to migrate upstream during low flow periods.

2.0 PURPOSE

Dams or barriers are often used to contain water thereby obstructing fish passage. The low head barrier, on the other hand, is used to increase fish habitat. The structure, combined with the plunge pool created underneath, provides overhead cover for fish. The water in the plunge pool preserves fish habitat in times of low flow. The standing wave created in the plunge pool provides fish with a means of jumping over the low head barrier (see Figure E-2). The barrier is not designed to retain water above the plunge pool.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

This technique should be used on:

- a. streams less than 4.5 m (15 ft) wide at the high water level;
- b. streams where pools make up less than 50% of the stream's surface area (stream habitat should be composed of 50% riffles and 50% pools);

- c. fairly straight, flat, uniform streams or stream sections shallow during low water periods (10 to 15 cm or 2 to 6 in) usually between the end of July and the end of September;
- d. a section in which the streambed is made up of a thick layer of sand and gravel, at least twice the depth of the planned dam;
- e. sections with at least moderate gradients;
- f. sections where the banks are approximately 0.75 m to 1.3 m (2 ft to 4 ft) tall for a stream 1.6 m to 3.3 m (5 ft to 11 ft) wide;
- h. sections where the banks on each side of the structure have a slope of at least 45 degrees in order to avoid overflow.
- i. streams with banks composed of stable materials such as shrub-like vegetation, solid rock, stones, tree roots, various plants, etc.;
- j. sections where natural pools and spawning beds will not be disturbed;
- k. sections where there are no beavers. They may use the dam to block the stream completely, creating an obstruction to fish passage.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

- a. Dams must not create an obstacle taller than 30 cm (12 in).
- b. The water's flow should be directed towards the center of the dam to reduce bank washout. Wing walls built into the dam serve this purpose.
- c. The width of the dam's opening should be no smaller than the width of the narrowest section of stream in the area.
- d. Protect the bank up and downstream of each dam by installing log cribs and/or rock rip-rap.
- e. To retard the rotting of the wood, build the dam so that most of the structure is submerged.
- f. Use softwood to construct the dam. Cedar and tamarack are particularly rot-resistant.

- g. The dam should be embedded at least 30 cm (12 in) into the streambed.
- h. Preferably, water should not be impounded upstream of a dam. If this is not possible, be sure the pool is no longer than the distance of five channel widths.
- i. Normally a plunge pool will form 1.25 times the height of the waterfall (excellent depth to assist fish passage). The pool should be at least 0.6 m (2 ft) deep and 3 m (10 ft) long.
- j. Do not build a dam too close to a tributary, whether it be a spring or a brook. During floods, the flow of these small streams adds to the flow of the main stream, possibly causing damage to the dam or bank.
- k. Do not build the dams closer than 23 m (75 ft) together. Separate small dams by a distance five to seven times the average width of the stream section.
- l. Rock dams work best in low gradient streams because stronger currents may dismantle the dam.
- m. Work in the stream should be carried out during summer low flow periods.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 Rock Dam (see Figure E-1)

This type of dam works best on low gradient stream sections because the stronger currents in high gradient streams may shift the rocks and damage the dam.

- a. Choose a suitable site to construct the dam.
- b. Excavate a trench across the stream. The center of the dam should be further upstream and deeper than the edges near the bank. This will divert flow towards the center of the stream and reduce bank erosion.
- c. Construct the base with several rows of rocks remembering that the cross section of the dam must be triangular. The slope of the upstream sides should be approximately 30 degrees or less. A narrow top is better for fish passage.
- d. Each rock should be keyed or hand placed to ensure stability.

- e. The large rocks should be placed on the downstream edge of the dam to hold the smaller rocks in place and provide cover.
- f. The largest rocks should be placed in the center of the dam or where the current is fastest.
- g. Fill the crevices in the upstream side of the dam with sand and gravel.
- h. Place filter fabric underneath the base and along the upstream edge of the dam to prevent deterioration. Cover with small rocks and gravel.
- i. Rip-rap should be installed along the banks at the ends of the dam.
- j. When constructing a series of rock dams, start downstream .

5.2 Single Log Plank Dam (see Figure E-4)

This dam is designed for streams 1.5 m to 3m (5 ft to 10 ft) wide. A variation of this dam is the single log-rock dam which is constructed in precisely the same manner but minus the plank (see Figure E-5).

5.2.1 Levelling the Streambed and Excavating the Banks

- a. The streambed should be levelled manually, from bank to bank, in a strip 75 cm (30 in) wide. Take care to make it as level as possible.
- b. Dig holes into the banks at both the upstream and downstream limits of the levelled site to accomodate logs that will be laid across the streambed. The holes should be 30 cm to 40 cm (12 in to 16in) wide and extend 1.4 m (4.6 ft) into the bank.

5.2.2 Building the Frame

Keeping in mind that given sizes are for the smallest of streams (generally, the larger the stream, the larger the material required), the following pieces of wood will be required:

- 1) transverse beam - 10 cm (4 in) in diameter
- 2) longitudinal braces - 5 cm (2 in) in diameter, 75 cm (30 in) in length
- 3) single log - 15 cm to 20 cm (6 in to 8 in) in diameter
- 4) vertical braces - 5 cm (2 in) in diameter

- a. Lodge a transversal beam (not shown in diagram) into a pre-excavated trench in the streambed, laying its ends in the holes dug in the bank at the upstream edge of the site.
- b. Place the longitudinal braces perpendicular to the transversal beam. Nail the upstream end of the braces to the downstream side of the transverse beam at 45 cm (18 in) intervals.
- c. Place a single log at the downstream limit of the prepared site on top of the downstream end of the longitudinal braces. Lay the ends of the log into the holes dug in the bank. Trenches should be dug in the stream bottom to allow the longitudinal braces to be embedded totally in the streambed.
- d. Use short pieces of wood as vertical braces (not shown in diagram). Nail the upper end of each brace to the center of the log. Nail the vertical braces to the longitudinal braces so the ends of the vertical braces extend slightly beyond the center and 30 cm (12 in) below the transverse log and can be driven into the streambed.

When using large enough material, rebar may be used (10-15mm dia.; 3/8" to 1/2") to fasten the structure to the streambed. Large enough holes can be drilled through the transverse beam and the larger 'single log' to allow the rebar to be nailed through the logs to the stream bottom. The rebar should be 1 to 1.5 m long (3 to 5 feet). Leave about 10 to 15 cm (4-6") of rod protruding above the logs (after having been driven into the streambed) and bend this over (in a downstream direction) to hold the logs in place.

- e. Use other sections of logs, 10 to 15 cm (4-6") in diameter, to brace the main 'single log', both upstream and downstream, as indicated in Figure E-4.

5.2.3 Building the Spillway

If a spillway is desired, it should be constructed before the plank floor is put in place.

- a. Cut a groove in the center of the single log of the dam 20 to 40 cm (8 to 16 in) in length and 2.5 to 4.0 cm (1 to 1.5 in) in depth.
- b. Attach a piece of wood 10 to 12 cm (4 to 5 in) in diameter parallel to this log opposite the groove. The planks will be nailed to this piece of wood in the same manner as the others are nailed to the top of the log.

c. The top of this piece of wood must be flat and low enough so that the planks nailed to it will be flush with the groove.

d. The space between the planks which form the spillway and those nailed to the log must be sealed with a plank cut in the form of a triangle.

5.2.4 Building the Plank Floor

Construct the plank floor with softwood planks (fir, larch, spruce, etc...) 3.8 cm (1.5 in) thick and 1.2 m (4 ft) long.

a. Dig a hole up to 1 m (3.3 ft) wide and 0.3 m (1 ft) deep from bank to bank in the streambed, upstream of the frame already built.

b. Nail the planks in place no higher than the top of the 'single' log.

c. The end planks should be driven into the banks when possible (half their width should suffice). If this is impossible, place them as close to the bank as possible. It is very important that no water filter into the bank.

d. Fill any space under the planks upstream of the transversal beam with some of the sand and gravel removed from the streambed during excavation. Fill the hole dug at the end of the plank floor with the remainder. Cover the area with flat stones or coarse gravel to better resist the current.

e. For optimum results, use two layers of wood to construct the plank floor. Lay a plastic sheet between the layers to prevent leakage and excessive undercutting of the structure.

f. The plank floor and supporting structure should form an angle of approximately 20 degrees to offer maximum resistance to water pressure during floods.

5.2.5 Bank Protection (See also Fact Sheet "F")

To protect the bank from flooding and ice movement, rock rip-rap and/or a log crib can be built on the upstream and downstream sides of the dam. This should be at least as high as the stream bank. Cedar, red spruce, or larch should be used for the log crib. Log crib is more difficult to construct than rock rip-rap. It helps keep the dam in place, regulate water flow and increase the digging action of the water.

5.2.5.1 Rock rip-rap

- a. Rock rip-rap should be placed 1.6 m (5 ft) upstream and downstream from each end of the dam, up to the spring flood line. Cover the rocks with soil and seed the area for increased bank protection.
- b. When building rock rip-rap, use oblong and flat rocks weighing 100-125 kg (220 lbs to 275 lbs) on the upstream section of the dam. Use heavy, angular rocks on the downstream section.

5.2.5.2 Log crib

- a. Log crib can be used on the upstream section of the dam to build wing walls. First, place a log 4 m (13 ft) long and 20 cm (8 in) in diameter along the bank. Nail it to the dam 15 cm (6 in) out from the edge of the bank.
- b. A second and third log can be placed on top of the first log.
- c. Three or four braces (at least 1 m or 3 ft in length) should be nailed at one end to the top log and at the other end to stakes driven 1 m (3 ft) into the bank.
- d. Place short sections of logs parallel to the braces along the top of the dam to meet the logs forming the wing wall. Nail these logs in place.
- e. Fill the empty space between the logs and the bank first with a layer of filter fabric and then with gravel and cobble up to the top of the braces.
- f. If building log crib on the downstream side of the dam, the logs should be only 2 m (7 ft) long, and placed against the stream bank.
- g. Place large boulders at the approach to the wing walls of the log crib so water cannot flow behind the structure. If a crib structure is built on the downstream section of the dam, boulders should be placed where the walls of the log crib and the bank meet.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

The most serious problems which occur after a dam is built are bank erosion and undermining. These can be avoided by proper dam construction. Make sure that the stream bank is properly stabilized using rock rip-rap and/or log cribbing.

Undermining is caused by the current in the plunge pool as it flows up and underneath the dam eroding the streambed. This provides cover for fish but may eventually cause the collapse of the structure.

Another potential problem is the rotting of wood due to the constant wetting and drying caused by fluctuating water levels. This problem can largely be avoided by using softwood and by submerging as much of the structure as possible.

Low head barriers should be checked each spring for erosion, rotting or other problems.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

Building these structures is labour intensive. Therefore, the cost of labour is a critical factor. The availability of proper materials is another major factor.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. Lowhead barriers can be constructed of basic, locally available materials.
- b. They are an alternative to wing deflectors on steeper grade streams.
- c. The plunge pool provides habitat during periods of low water flow.
- d. Habitat is created both above and below the barrier.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. Building these structures is labour intensive.
- b. Barriers need to be checked periodically for damage and repaired accordingly.
- c. Placement of large boulders requires the use of heavy equipment.

10.0 EXAMPLES OF USE

Low head barriers were built on Sandy Brook, a tributary of the Canoose Stream near St. Stephen, and on Sucker Brook near Canterbury. These small dams were constructed of wood. The low head barrier built on Sandy Brook was a simple one-log structure with a spillway. A blanket was used underneath the dam, in place of filter fabric, to prevent undermining.

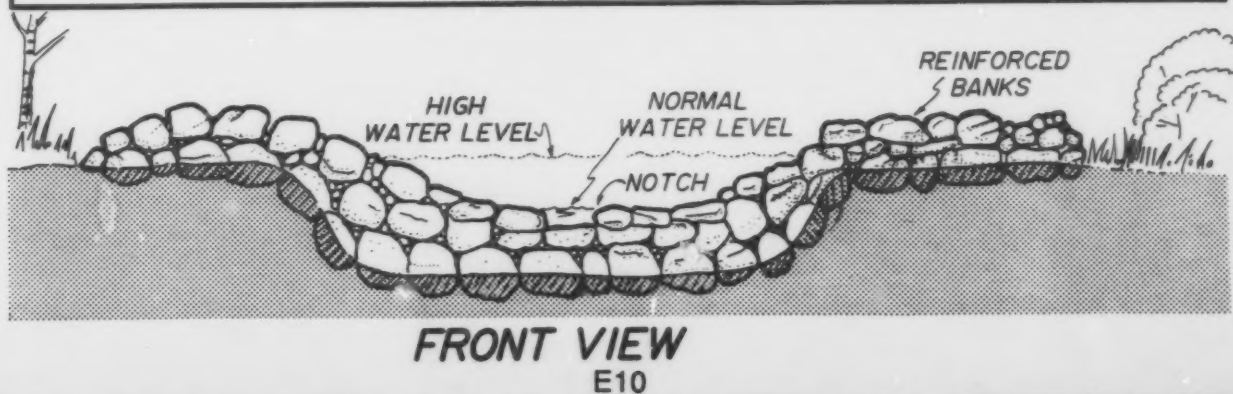
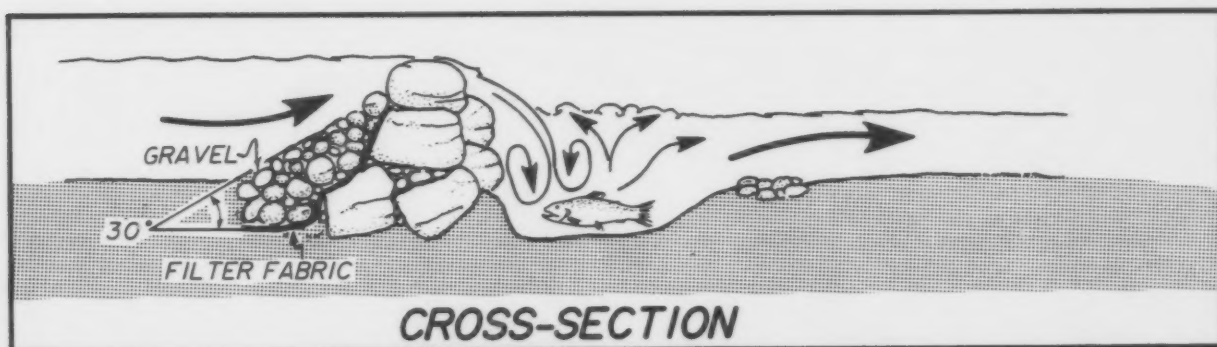
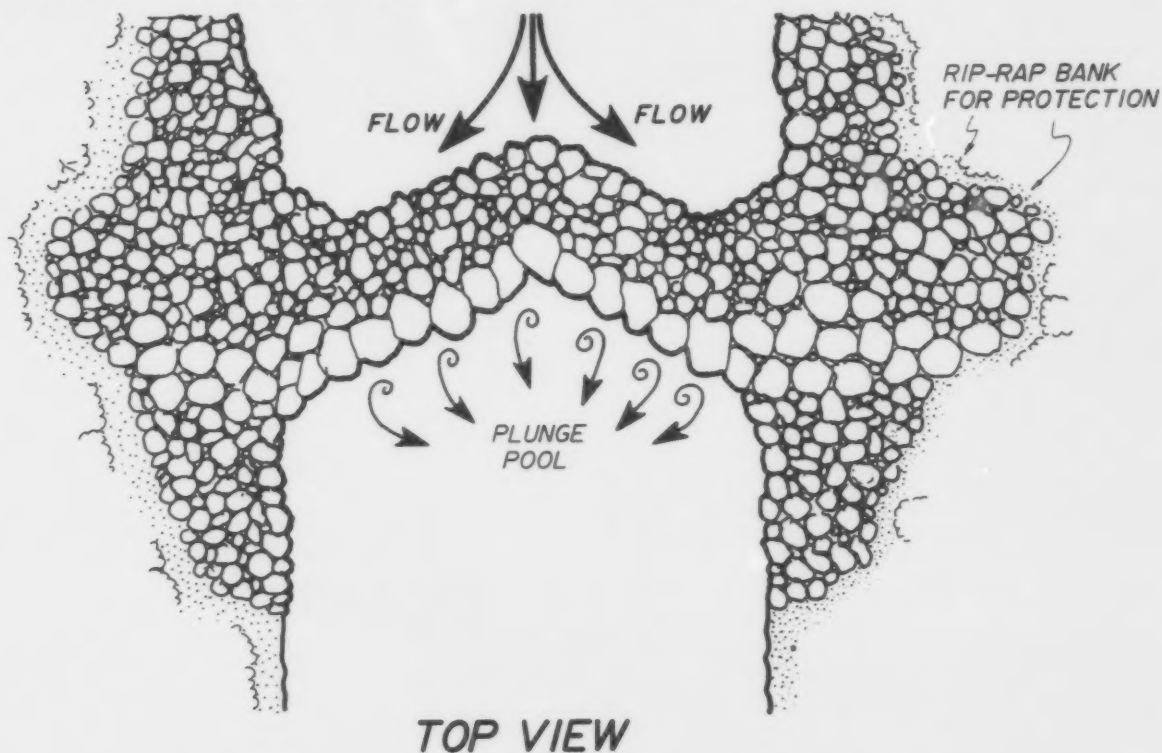
Squared timber was used to build the low head barrier on Sucker Brook. The timber was grooved so the planks on the upstream side of the dam could be raised or lowered, depending on the stream flow. The level of the planks controls the size of the pool upstream of the dam.

11.0 REFERENCES

- Hubbs, Carl C. 1932.
Miller, J. G., and R. Tibbott. 1983.
Otis, Maurice B. 1958.
Paquet, Gilles. 1983.
Paquet, Gilles. 1986.
United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. 1979.
White, Ray J. and Oscar M. Brynildson. 1967.
Wingate, P.J. et al. 1979.

FACT SHEET "E"
LOW HEAD BARRIER: ROCK DAM
REVISED:

FIGURE E-1: THREE VIEWS OF A ROCK DAM



FACT SHEET "E"
LOW HEAD BARRIER:
REVISED:

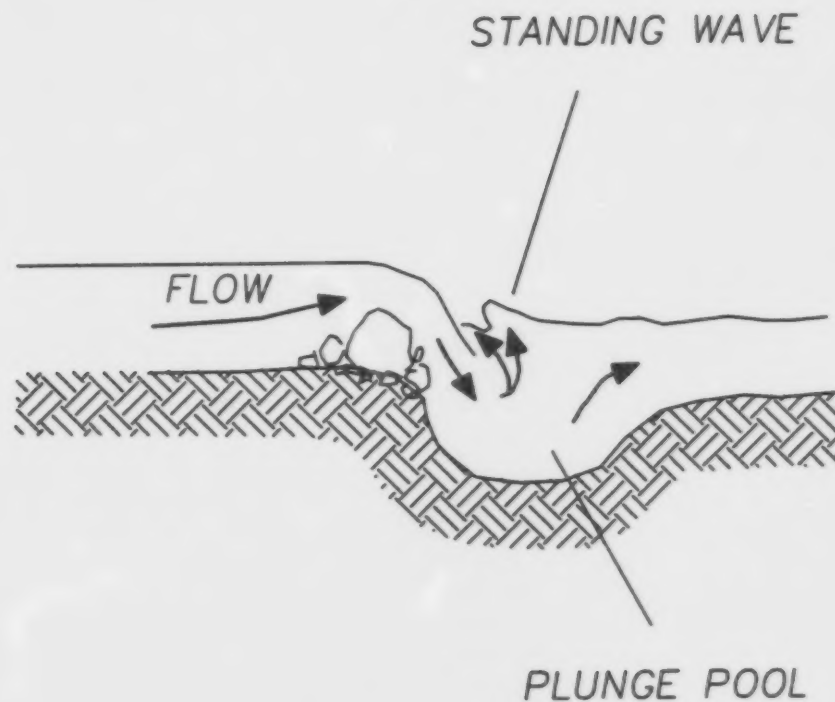


FIGURE E-2: CROSS-SECTION OF A LOW HEAD BARRIER
SHOWING THE PLUNGE POOL AND STANDING WAVE.

FACT SHEET "E"

LOW HEAD BARRIER: SINGLE LOG PLANK DAM REVISED:

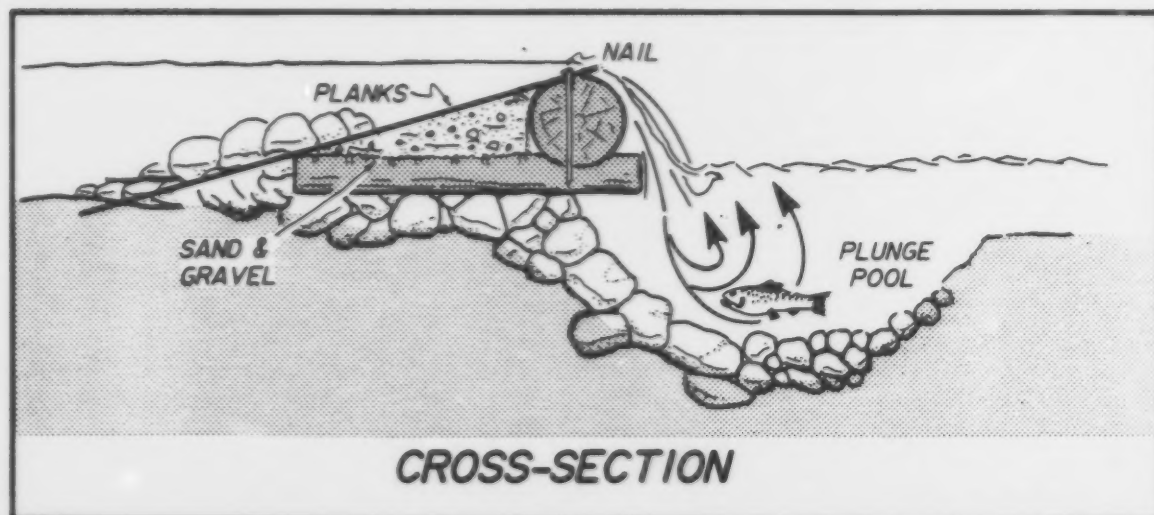
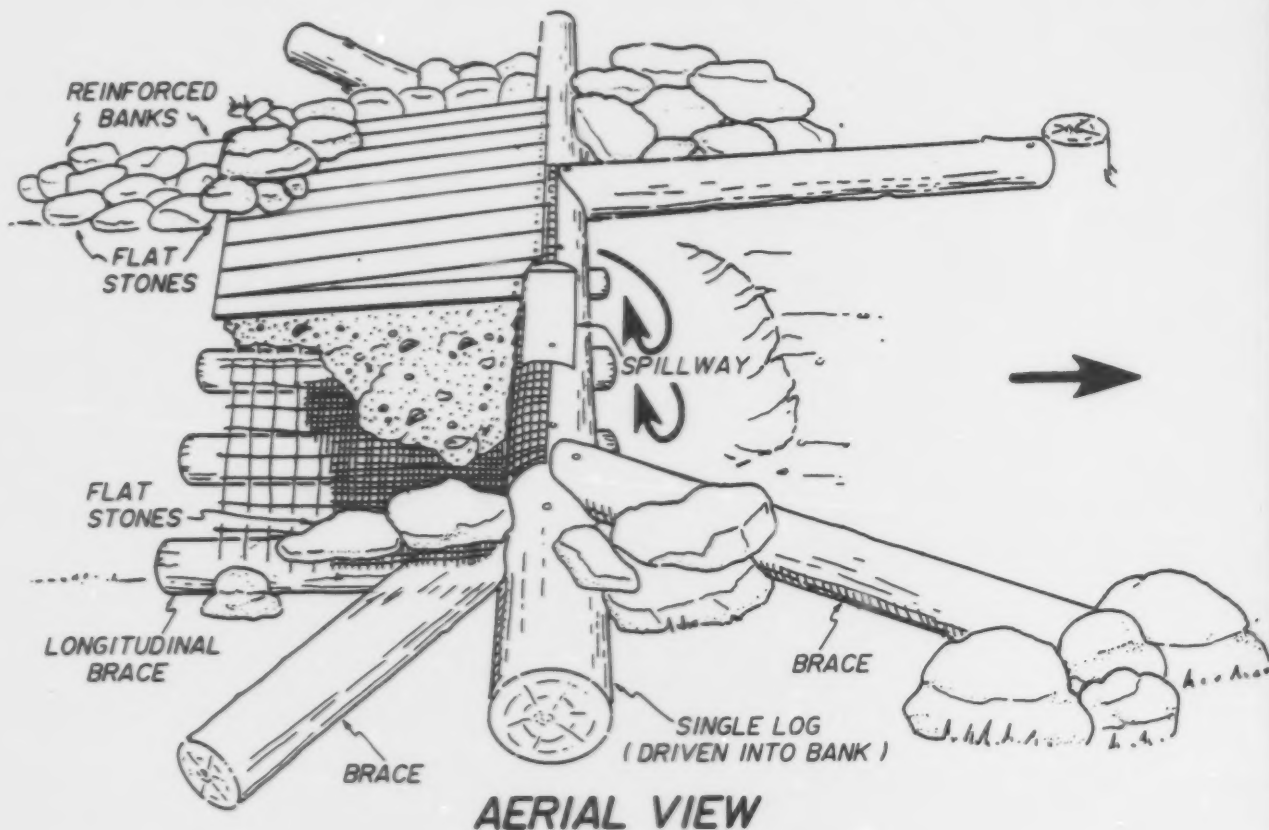
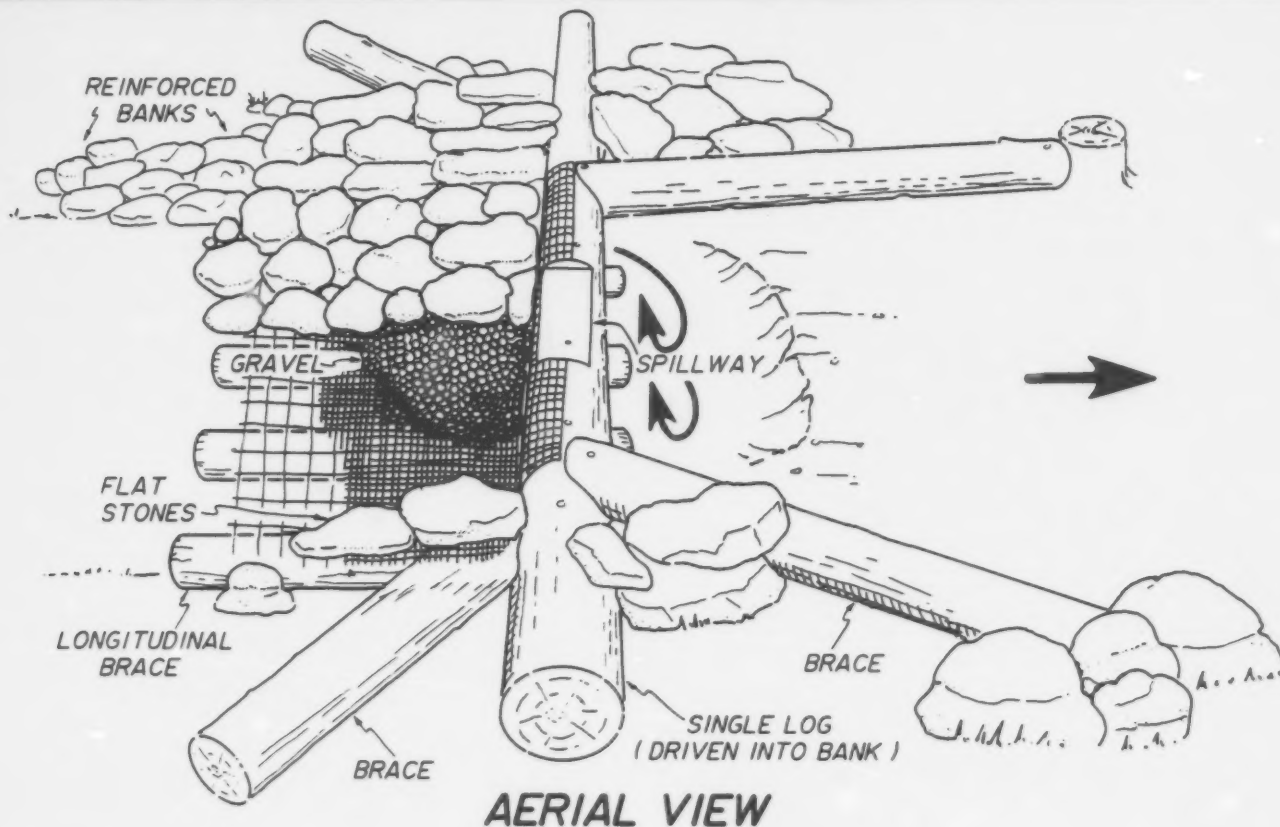


FIGURE E-4: SINGLE LOG DAM WITH PLANK FLOOR.

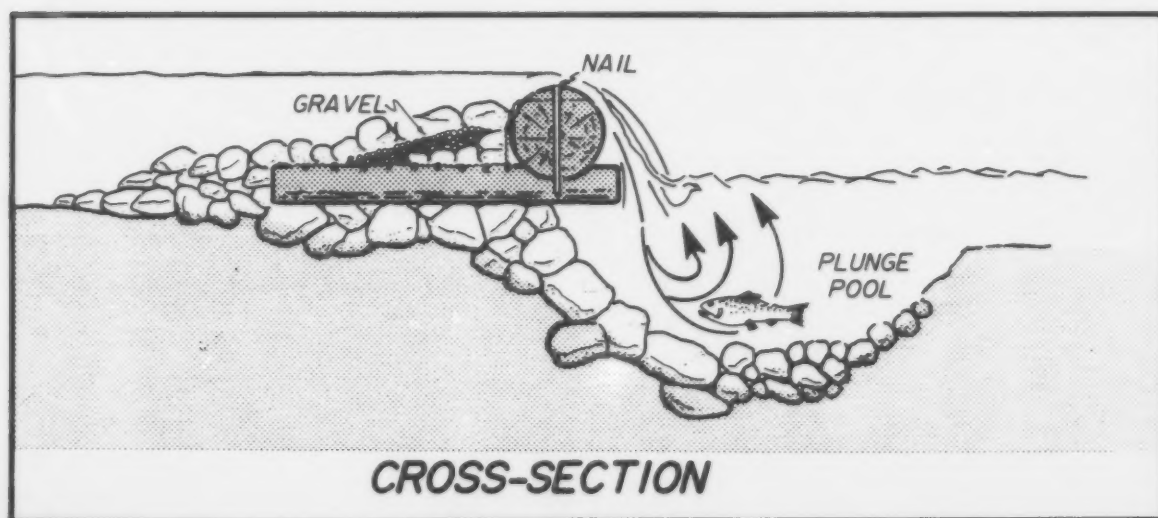
FACT SHEET "E"

LOW HEAD BARRIER: SINGLE LOG-ROCK DAM

REVISED:



AERIAL VIEW



CROSS-SECTION

**FIGURE E-5: SINGLE LOG DAM WITH FLAT STONES
INSTEAD OF PLANK FLOOR.**

BANK STABILIZATION - LOG RIP-RAP, ROCK RIP-RAP, GABIONS

*****ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N.B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT**

1.0 DESCRIPTION

This fact sheet presents three mechanical low bank stabilization techniques. These techniques should be used only when vegetation cannot provide adequate bank support. Refer to Fact Sheet B. You may want to consult with an engineer before employing the following techniques, to ensure correct design.

Log rip-rap, consisting of logs and rebars, stabilizes eroding streambanks and may even narrow the width of a stream.

Rock rip-rap provides immediate protection against streambank erosion while allowing seepage of water from above or through the bank. Rip-rap lining is constructed by the random dumping or hand placement of rocks of specific sizes.

Gabion basket lining consists of pre-constructed steel wire baskets with rocks placed in them. This can be used when slopes are too steep for rip-rap lining or when there is no suitable rock available for it.

2.0 PURPOSE

Log and rock rip-rap and gabion basket linings stabilize eroding stream banks, narrow stream width and protect fish habitat. Which of these low bank stabilization techniques is used depends on the individual situation and what materials are available.

The stream banks consist of sand, soil or gravel - materials easily eroded by running water. Most eroding stream banks have steep sides of loose, raw dirt or gravel and, at the bottom of the bank, there may be clumps of grass sod.

Bank erosion (see Figure F-1) can occur:

- a. if the stream channel is machine-altered and the stream flows against the raw, exposed earth;
- b. if the protective plant cover is removed from the streambanks by over-grazing by livestock or by burning;
- c. man-made obstructions are placed in the stream channel (they may eventually deflect the water flow into the banks);
- d. if fallen trees or rocks force the stream flow into the banks;
- e. through groundwater seepage or even surface water runoff (eroded material will probably be carried away when the stream flows are high);
- f. by ice scouring in the spring;
- g. if stream flow creates unstable undercut banks.

The effects of stream bank erosion are:

- a. Excessive sediment loads affect fish habitat causing a decline in fish populations.
- b. Sediment can plug up the stream channel reducing channel capacity possibly increasing overbank flooding.
- c. Sediment from eroding banks deposited downstream in riffles and pools will smother aquatic organisms fish feed on.
- d. Silt will settle into the gravel of spawning beds, blocking the flow of oxygen-rich water and smothering the eggs.
- e. Cover will be reduced as pools fill with sediment. The deep pools usually provide shelter for adult fish.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

Rip-rap and gabion lining are used to provide bank protection when vegetation alone is not able to prevent erosion. This might occur in areas submerged for more than a few days or where the streambank material will not support vegetation.

3.1 Log rip-rap may be used in streams:

- a. with low to moderate gradient;
- b. less than 15 m (50 ft) wide;
- c. with light or moderate flooding;
- d. where the bank requiring stabilization is not more than 1.0 m (3.1 ft) high.

3.2 Rock rip-rap lining may be used:

- a. when the bank requiring stabilization is less than 3 m high;
- b. when the grade is no steeper than 2:1;
- c. when the stream flow velocity is 3.5 m/s (11.5 ft/s) or less.

3.3 Gabion baskets may be used:

- a. when the bank requiring stabilization is less than 3 m high;
- b. when the flattest possible bank slope is steeper than 2:1;
- c. when there are no suitable sizes and types of rock available for rock rip-rap.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

A stream survey should be done to determine the cause of the streambank erosion, the level of erosion protection required and how the bank's slope will affect the choice of technique to be installed. If the streambank erosion is caused by streambed deterioration, examine the streambed instability before choosing your protection technique. If you don't, your efforts may be wasted. These techniques are designed to withstand peak stream flows. Work on the structures should be done in mid-summer when water flow is low. Remember to check upstream of the site to make sure the erosion is not the result of another impacting activity.

4.1 Log rip-rap

To stabilize a streambank, build a log wall up to the height of the eroding bank (see Figure F-4). To narrow stream width, keep the structure's profile low so that in the spring the high water will be able to flow over the structure. The wall acts as a deflector in the summer and fall. Build the structure along an eroding bank where the water is 0.3 -1.0 m (1 ft to 3.3 ft) deep. The bank may be along a straight stretch or an outer bend.

The structure should be wide enough to extend into the stream current but no more than 150 cm (60 in) from the eroding bank's edge (Figure F-4).

Use woods like cedar or hemlock as they are slow to rot. The diameter of the logs must be 15 cm to 35 cm (6 in to 14 in). Make sure you have enough logs to stretch the entire length of the erosion site and to stack up to the original bank height. The bank wall should be one log layer thick. The backfilled area should be sloped into the bank to enable the spring floods to flow over the crib structure. Keep the structure's profile low.

Use heavy duty rebars or metal posts at least 3.3 m (7 ft) long for main supports. Drive in the entire length of the rebar. If you are using metal posts, drill a hole 10 cm (4 in) from the top to secure the wire. On older banks, use shorter wooden or metal stakes to stabilize the log rip-rap structure. Heavy-duty galvanized fencing of 9 to 16 gauge may be used for lashing material.

To fill behind the structure, use brush, stumps, or rotten wood or gravel depending on the availability of the materials. Fagots or wooden bundles, made up of branches and small logs held together by wire or bailer twine, are a good alternative filler. The bundles should be 1.0 m to 1.5 m (3.3 ft to 5.0 ft) long and 30 cm (1 ft) in diameter. Do not use silt for fill.

4.2 Rock rip-rap

Several properties that enable rock rip-rap lining to resist erosion are the size of the rock, the shape, weight and gradation, the slope of the channel sides, the roughness, shape and alignment of the lining and the thickness of the rip-rap layer. The slope of the channel sides must be considered when determining whether to use a rip-rap or gabion basket (see Figures F-2 and F-3).

Rock type and availability are crucial to the design of rock rip-rap lining. Rock should never be taken from the stream or river bed. Select hard, durable rock, such as granite, shot rock, field stone, rubble, glacial till and gravel. Never use soft rock, such as sandstone, as you will soon see the results of your work disappear. Use angular rock of varying sizes to construct the rip-rap layers. The smaller rocks will fill the voids between the larger ones. Place large rocks near the stream bottom and smaller rocks above the flow line. The rip-rap layers should be at least 1.5 times the thickness of the largest rocks (no less than 0.3 m thick) and extend to the top of the bank to about 0.6 m above the peak flow.

It is important to fix woven or granular filter fabric between the layers of rip-rap to prevent or reduce washout of the underlying soil caused by groundwater seepage or stream flows. Make sure that the liners do not constrict the channel width and that they are securely fixed at the top of the bank, at the toe and at the upstream and downstream ends of the installation.

4.3 Gabion basket lining

Gabion basket lining should be used in cases where the banks to be stabilized are too steep to install rock or log rip-rap or when rocks of a suitable shape and size are not available for rock rip-rap. Plastic or galvanized baskets may be used.

When installing gabion basket liners, make sure that you firmly secure them to the bank and that you fill them with rocks larger than the mesh holes.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 Log rip-rap

- a. Determine where to construct the log rip-rap structure.
- b. Mark the outside edge of the new bank by driving temporary wooden stakes into the stream current. Stand back and examine the flow of the current as it runs along the edge of the stakes. If the stakes obstruct the stream flow, you will have to construct your rip-rap closer to the bank. Your structure should follow the natural flow of the water (see Figure F-5).
- c. Have the logs, bundles, rebars, wire and other equipment at the site before starting work.
- d. Start work at the upstream edge of where the structure will be.
- e. Drive a line of metal fence posts into the streambed at 1.0 m to 1.5 m (3.3 ft to 5.0 ft) intervals so that they lean into the current at approximately a 10 degree angle. This will prevent the logs from lifting the stakes out of the water. Replace the temporary wooden stakes with permanent metal ones.
- f. Remove enough silt and mud from the streambed to expose the underlying gravel. Place the logs in the stream bed. Then, with heavy gauge fence wire, lash a row of logs to the metal posts forming a wall. When lashing the logs together, form a figure eight pattern with the wire. (see Figure F-6).
- g. Repeat step (f.) until you have rows of logs built to within 10 cm (4 in) of the top of the metal posts. Wire the logs to the metal posts passing the wire through the gaps between the horizontal logs.
- h. If the spring runoff at the site is quite intense, drive a second row of stakes into the bank side of the horizontal logs. This will increase the strength of the structure.
- i. Fill the space between the log wall and the old bank to within 15 cm (6 in) of the top of the metal posts. Use brush, ends of logs and other wood, turf, rocks (but not from the streambed) for filler. Compact the filler by jumping on it. Place the heaviest materials on top to hold down the lighter ones.
- j. Drive a set of wooden or metal stakes, staggered with the main stakes, about 50 cm to 100 cm (2 ft to 3 ft) from the old bank's edge, angled back from the stream. Wire the stakes to the outside line of stakes with double strands of heavy gauge fence wire (see Figure F-7). Bury the wire in a shallow trench (see Figure F-8). Figure F-8 suggests a crossover pattern of wire wrapping. Tighten the structure by inserting stick between the strands of wire and twisting.

- k. Cover the bracing wire with turf and bundles of brush. The outside metal posts or bars should be bent, driven down or cut off. Place a surveyors cap on top of the rebar.
- l. This structure should last several years. Strong rooted wood shrubs such as red osier dogwood may be planted behind the streamside logs for extra bank support. The root system will eventually grow to form a firm, permanent bank (see Figure F-9).

5.2 Rock rip-rap (see Figure F-3)

5.2.1 To prepare the installation site:

- a. clear area of debris;
- b. grade banks to slope design;
- c. dig out toe trench;
- d. install seepage drain if required;
- e. divert stream flow with sandbags if possible.

5.2.2 Install rip-rap liners by laying out the filter material first:

- a. by hand or machine placement;
- b. full thickness has to be placed in one operation;
- c. if placed under water, the thickness has to be increased by 50 % over the portion of the layer above water.

5.2.3 A vegetative cover should be re-introduced on the sloped area. This can be done by sticking red osier dogwood and willow cuttings in and around the interstices of the rip-rap. The root system will establish the stability of the structure.

5.3 Gabion basket liners (see Figure F-2)

5.3.1 Gabion baskets:

- a. may be galvanized or plastic. Plastic gabions are used in more serious conditions.
- b. Put a row of empty baskets into place. Tie them to each other and to the bank.
- c. Fill with rock larger than the mesh openings.
- d. If the basket is deeper than 0.3 m, fill it with 0.3 m increments in order to avoid deformation and foster a longer life expectancy.
- e. Close and tie down the first row.
- f. Repeat steps for the rest of the rows.
- g. Backfill open spaces between the stream bank and the gabion baskets then plant vegetative cover.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

6.1 Log rip-rap

- a. The structure will require maintenance every spring and fall.

6.2 Rock rip-rap

- a. Little upkeep is required once the lining is in place.
- b. Check periodically for undermining and streambank erosion where the linings meet.
- c. Replace rocks in rip-rap lining if they become displaced.

6.3 Gabion baskets

- a. Check periodically for undermining and streambank erosion where the linings meet.
- b. Repair any breaks in the wiring of the gabion basket lining.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

7.1 Log rip-rap

- a. availability of the right types of wood and their proximity to the site;
- b. ease of access to the site and working conditions.

7.2 Rock rip-rap

- a. proximity and type of rock fill available;
- b. ease of access to site and working conditions.

7.3 Gabion baskets

- a. proximity and type of rock fill available;
- b. access to site and working conditions;
- c. whether plastic or galvanized baskets are used.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

8.1 Log rip-rap

- a. This technique provides excellent streambank stabilization.
- b. The natural materials used are inexpensive.
- c. The structure blends into the natural surroundings.

8.2 Rock rip-rap

- a. This technique is inexpensive when the materials are nearby.
- b. It is easy to install and requires no engineering expertise.

8.3 Gabion baskets

- a. stable;
- b. relatively easy to install.

9.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

9.1 Log rip-rap

- a. requires intensive labour;
- b. application is limited to streams less than 15 m (50 ft) wide;
- c. will not tolerate wide fluctuations in water levels;
- d. will not last as long as rock rip-rap;
- e. maintenance has to be done every spring and fall;
- f. wood might not be available at the site.

9.2 Rock rip-rap

- a. Heavy machinery is needed for transportation of material to the site.
- b. The erosion problem may shift upstream or downstream if the structure is improperly installed.
- c. Undermining of the banks may occur.
- d. A large scale project could be expensive.
- e. Cost of rock increases as the distance from the source increases if trucking is necessary.
- f. The final result may be aesthetically unattractive.

9.3 Gabion Baskets

- a. This technique requires intensive labour and is very expensive.
- b. Heavy machinery is needed to transport rocks if they are not readily accessible to site.
- c. Design assistance may be required.
- d. Baskets may eventually deteriorate (ie. 10-20 years).
- e. The result can have an unattractive, unnatural appearance unless vegetated.

10.0 EXAMPLES OF USE

10.1 Log rip-rap

Log rip-rap was used by the Fish Habitat Improvement Centre in Sandy Brook, near St. Stephen, N.B., to narrow a channel that was too wide. At low water periods, there was inadequate water to allow fish passage. Log rip-rap structures were built on each side of the brook to narrow the channel width and increase the water depth.

Log rip-rap was also used by NBDNRE and FHIC at Dead Brook, Oromocto Lake, for protection of an unstable stream bank.

10.2 Rock rip-rap and Gabion basket lining

Rock rip-rap and gabion basket lining have been used for bank stabilization in many instances in New Brunswick and the other Atlantic provinces. These techniques have been used to stabilize eroding agricultural lands, streambanks at bridge abutments and culvert inlets and outlets.

11.0 REFERENCES

- Binns, N. Allen. 1986.
- Gray, Donald H., and Andrew T. Leiser. 1982.
- Ontario Ministry of Natural Resources 1984.
- Otis, Maurice B. 1958.
- United States Department of the Interior. 1968.
- Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986.

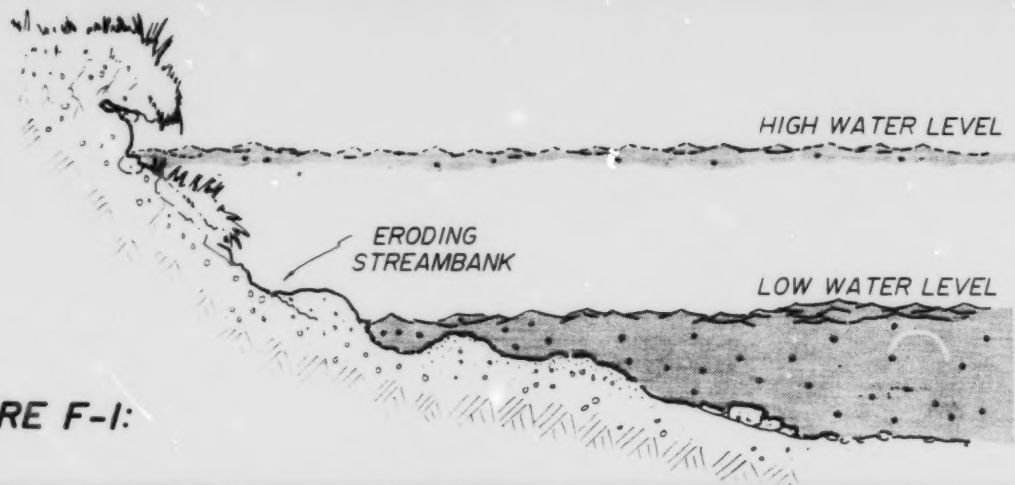


FIGURE F-1:

FACT SHEET "F" BANK STABILIZATION: GABIONS

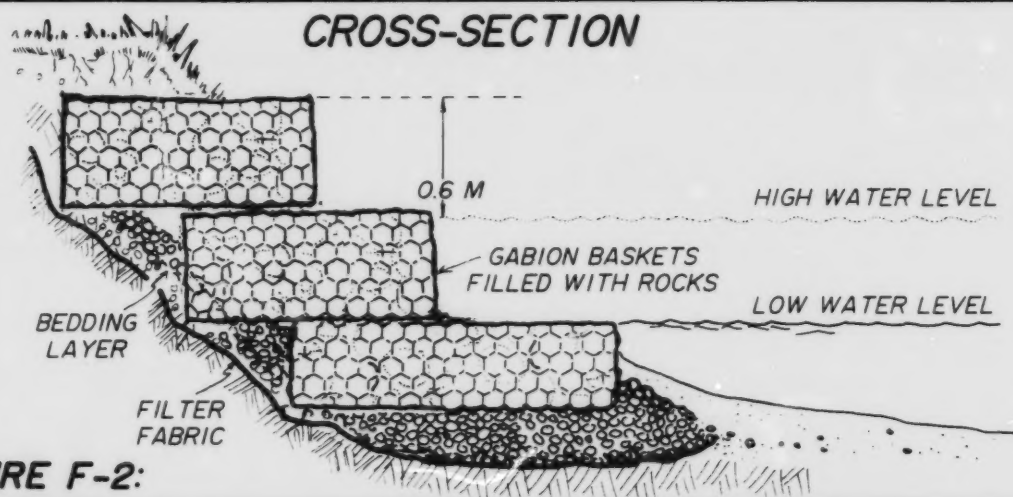


FIGURE F-2:

FACT SHEET "F" BANK STABILIZATION: ROCK RIP-RAP

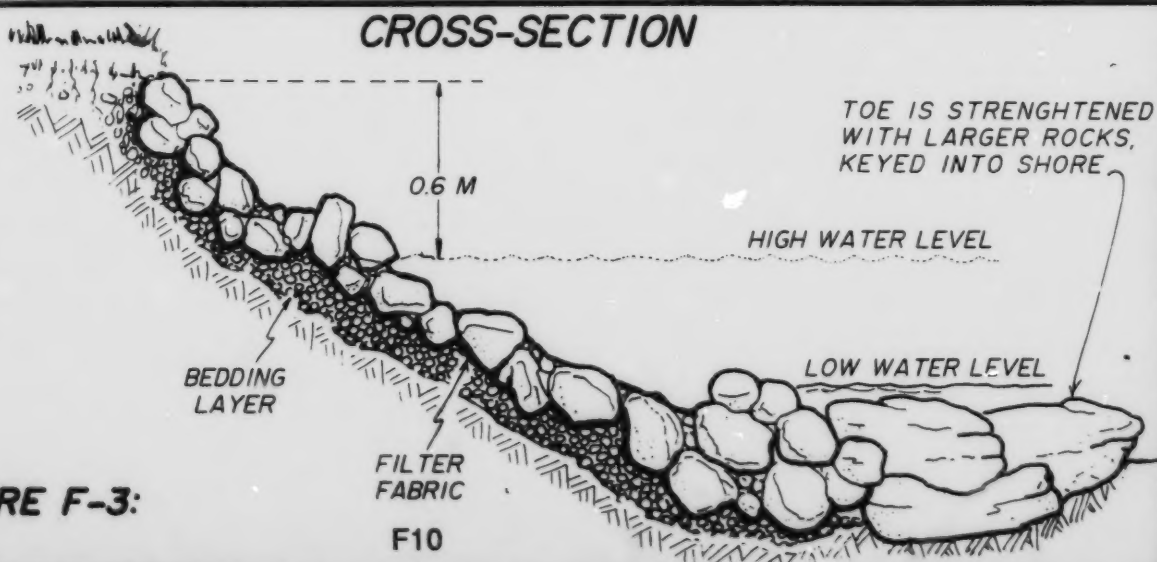


FIGURE F-3:

FACT SHEET "F"
BANK STABILIZATION: LOG RIP-RAP
REVISED:

FIGURE F-4: LOG RIP-RAP IS BUILT TO THE LEVEL OF THE ERODING BANK.



FIGURE F-5: POSTS MARK THE EDGE OF THE NEW BANK.

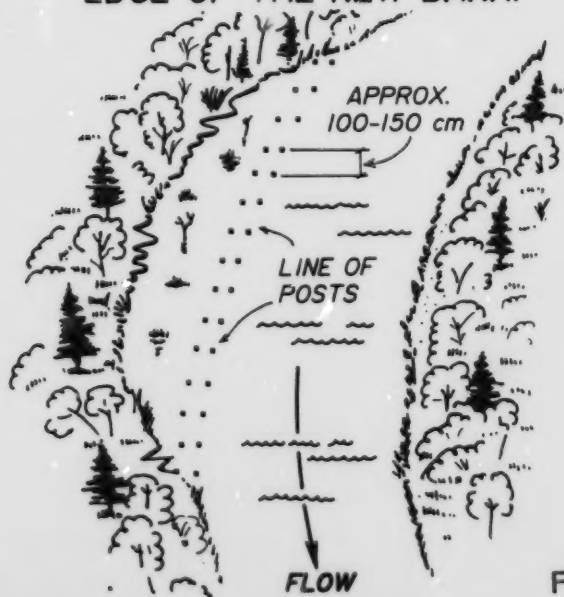
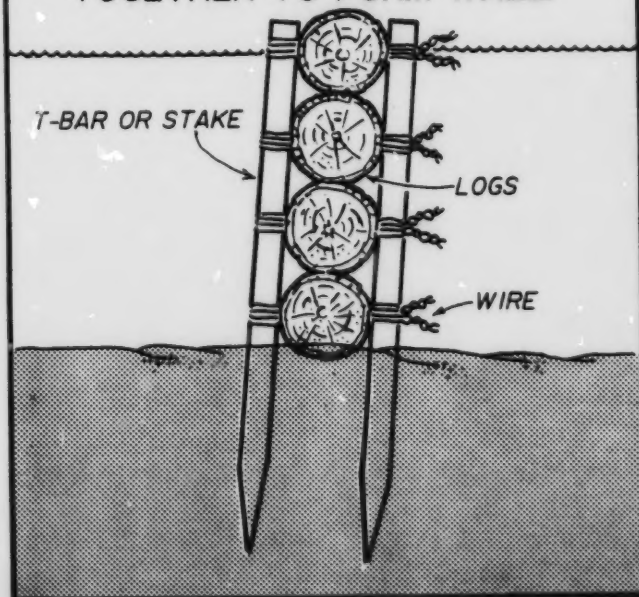


FIGURE F-6: LASH LOGS TOGETHER TO FORM WALL.



FACT SHEET "F"
BANK STABILIZATION: LOG RIP-RAP
REVISED:

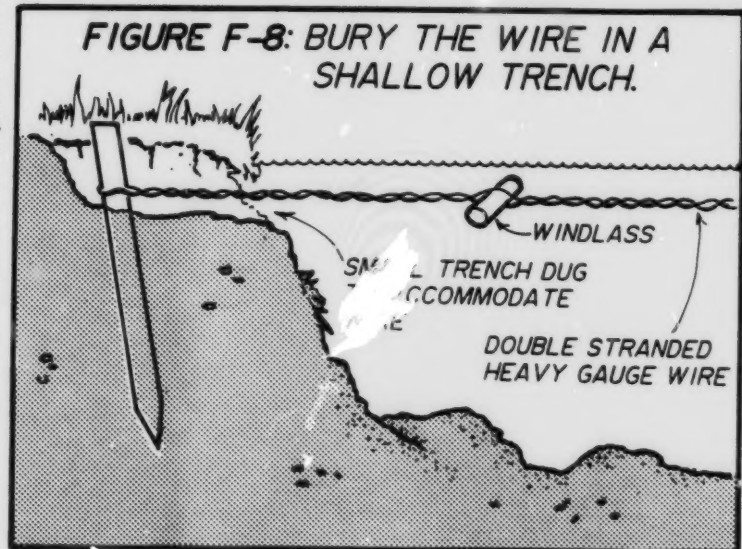
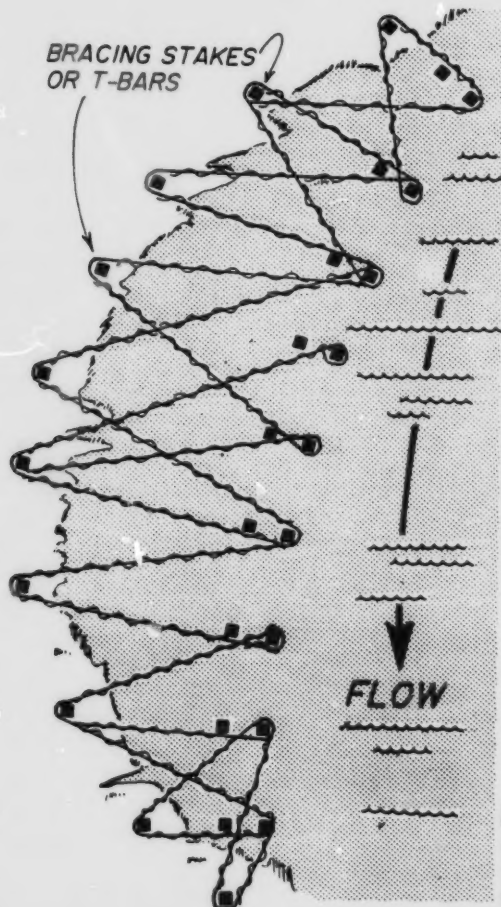
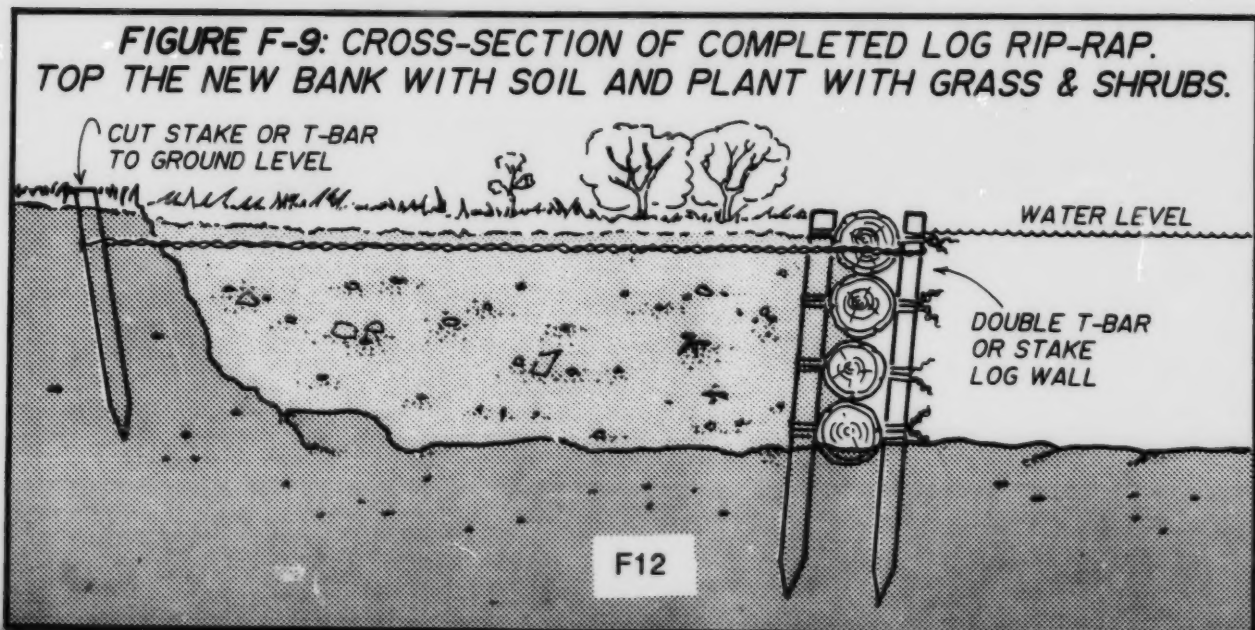


FIGURE F-7: WIRE THE OUTSIDE LINE OF STAKES TO THE WALL WITH DOUBLE STRANDS OF HEAVY GAUGE WIRE.



WING DEFLECTORS: LOG CRIB AND ROCK

***** ATTENTION: DO NOT ATTEMPT THIS OR ANY OTHER IMPROVEMENT TECHNIQUE WITHOUT A N.B. WATERCOURSE ALTERATION PERMIT**

1.0 DESCRIPTION

A wing deflector is a triangular structure built at the edge of a watercourse to improve fish habitat. The deflector can be constructed of wood, rocks, gabions or any combination of these materials.

Deflectors can be installed as single structures alternating along both banks or as twin units alone or with several together. In a straight channel, alternating deflectors can divert the flow into a meandering pattern. Double deflectors placed opposite each other can cause a long deep trench to form downstream.

Deflectors are designed low to ensure that unfavorable conditions, such as heavy ice build up or high water levels, do not result in damage or the total removal of the deflector.

2.0 PURPOSE

Wing deflectors decrease the width of the stream thus increasing the deep water cover for fish. The increased velocity causes the formation of a scour hole providing more fish cover. The stronger current also carries silt downstream.

The material from the scour holes is deposited to one side of the stream usually off the ends of the downstream deflectors. Vegetation may establish itself in this material when exposed during periods of low flow. This may become permanent whether the deflector remains in place or not.

3.0 CONDITIONS WHERE APPLICABLE

Wing deflectors should be used in shallow or slow-moving streams or stream sections. Deflectors narrow and deepen the stream while creating a meandering effect. The scour holes which develop due to the increased water velocity provide pools for fish.

Deflectors should not be used in unstable flood plain or braided channel reaches as they may become ineffective rapidly or add to existing instability. Deflectors should not be placed on the outside of a curve as this may create an erosion problem.

4.0 DESIGN AND INSTALLATION GUIDELINES

- a. Conduct a comprehensive stream survey for the area(s) in which the wing deflectors are to be installed. The survey should be done during low flow periods when streambed material is visible and can be examined in greater detail. However, when possible, a second survey should be done during high flow periods to measure the current patterns. Through examining these high flow patterns you can determine where to place the deflectors since streambed scouring occurs during these periods.
- b. Examine the streambank carefully to determine how much erosion would occur if the water currents were significantly altered.
- c. If the deflector is to be constructed next to an eroding bank, contour the bank to a natural slope. If the bank is not of porous material, place a layer of gravel 15 cm (6 in) deep on the slope before laying any boulders to prevent undermining from bank runoff and groundwater seepage.
- d. Wing deflectors are best located on long sluggish stretches or riffle sections well below the riffle crest (the crest of a riffle already impounds water in the pool above it).
- e. Place deflectors opposite one another on both sides of a stream to scour a run. Install deflectors on alternate banks in a staggered fashion to create a meandering flow pattern.
- f. Situate deflectors approximately five to seven stream widths apart. The pool length should not exceed five channel widths.
- g. A deflector, or any other structure, must not block more than 1/3 of the width of a stream.
- h. Since flooding is common in New Brunswick, it is preferable to construct deflectors with log crib or rock-filled gabions as they tolerate flooding better than other materials.
- i. Construct the deflectors during summer low flow periods.
- j. Deflectors should be triangular so that water passing over the structure will be deflected at a 90 degree angle. When overtopped during flooding, triangular deflectors will not direct the water at the streambank.

k. The upstream angle of the deflector can range from 30 degrees to greater than 45 degrees. Deflectors with a greater upstream angle direct more water towards the opposite bank but dig scour holes more efficiently. Unfortunately, the larger this angle the greater the water force flowing against the deflector increasing the likelihood of it being damaged or destroyed. Deflectors jutting straight out (large upstream angle) from the bank tend to create short, wide pools or riffles, while deflectors that are angled downstream (small upstream angle) tend to create long, narrow pools or riffles.

l. The height of the wing deflector depends on stream flow characteristics and anticipated ice conditions. Deflectors are designed to work at normal flows protruding only a few inches above the normal flow at the offshore tip then tapering upwards, above the highwater line, toward the bank. This design will protect the bank and prevent the stream from washing around the bank end.

m. Use rip-rap or gabions to protect areas where the wing deflectors touches the banks. Stabilize the bank to above the flood line so the streambank does not erode behind or above the structure during high flow periods.

n. If the bank opposite the deflector is not stable, protect it from erosion with rip-rap.

o. Where the stream bottom is composed of coarse material, pre-excavate the intended pool or run to speed up the natural erosion process and ensure development of suitable habitat.

5.0 IMPLEMENTATION STEPS

5.1 Log Crib With Rock Deflectors (see Figure G-1)

This method should be used when water resistant logs (hemlock or cedar) are available. Log crib deflectors can be built on sites subject to moderate to high levels of flooding.

a. Determine a suitable location to build the deflector.

b. Determine the size and area to be covered by the deflector.

c. Obtain necessary materials such as the logs, reinforcing rods (rebars) and spikes long enough to go through the logs.

d. Excavate the streambed to a firm bottom to prevent undermining. The hole should at least 30 cm (12 in) deep.

- e. Prepare a trench in the stream bank to accommodate the ends of the main and brace logs. The logs should be embedded 1.2 m to 2.4 m (4 ft to 6 ft) into the streambank. Take care to place the logs at the correct angle.
- f. Drill holes in the bottom logs of the crib. Lay them in place and drive the rebar through the holes and into the stream bottom to hold the logs in place. Drive T-bars into the streambed adjacent to and on the inside of the deflector to further anchor the structure. Secure the T-bars to the log(s) with galvanized wire. T-bars should not extend beyond the top of the log(s).
- g. The brace log should be pinned 46 cm to 61 cm (18 in to 24 in) from the tip of the main log. It must not protrude beyond the main log at the apex of the deflector.
- h. When the structure is greater than one log high, secure the logs together with galvanized spikes. Drill the logs first to avoid splitting.
- i. Cross-brace the main log inside the crib structure with diagonal and vertical logs.
- j. Peel the bark from any logs which will be exposed to both wet and dry conditions. Logs which are always below the water level are more resistant to decay.
- k. Fill the crib with rock once it is built to the specified height.
- l. In areas where flood water will not go above the deflector, add soil to the top of structure and plant grass and shrubs.
- m. Protect the bank behind the deflector.

5.2 Rock Deflectors

Rock deflectors should be built in areas subject to low to moderate levels of flooding because they do not resist the forces of floods and ice as well as the log crib deflectors. There should be plenty of rock nearby or within a reasonable distance.

- a. Determine a suitable location to build the deflector.
- b. Determine the size and area to be covered by the deflector.

- c. Excavate the streambed to a firm bottom to help prevent undermining. The hole should be at least 30 cm (12 in) deep.
- d. Use large boulders 36 cm to 38 cm (14 in to 15 in) to construct the outside edge of the deflector. Place the largest boulder at the apex. The larger boulders should be placed on the upstream side of the deflector near the bottom. Use the smaller rocks to fill the center of the deflector. When rock structures are used, the outside boulders should be at least 60 cm in diameter.
- e. To ensure stability of the deflector, the upstream side should have a double line of large boulders. The first row should be fitted into the streambed. Stagger the boulders to help support the deflector.
- f. Place finer rock and gravel in the open spaces along the upstream face and top of the deflector. If the top of the deflector is above the flood line, it can be seeded.
- g. There should be no break between the deflector and the rock rip-rap used to protect the bank.

6.0 MAINTENANCE AND MONITORING

Check the deflectors every year to ensure they are in good repair. Stabilize eroding streambanks. Make sure that the pools and/or runs are being scoured in the proper places and that they are deep and large enough to provide cover for fish.

7.0 FACTORS INFLUENCING COST

The major costs of this technique are the purchase and transport of the construction materials.

8.0 ADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. provides cover for fish;
- b. may keep downstream reaches of the stream clear of sediment deposits;
- c. may stabilize streambanks thus controlling erosion.

8.0 DISADVANTAGES OF THE TECHNIQUE

- a. can be very expensive to build;
- b. may require the use of heavy equipment in the stream;
- c. can cause erosion problems and add to bank instability if not properly located and installed.

10.0 EXAMPLES OF USE

Wing deflectors have been used to improve streams for many years. In New Brunswick, they have been employed on the Tracadie and Tabusintac River stream enhancement projects. Experience on these has suggested that the design using a 45 degree angle does not scour a pool as large or as deep as desired. To get the required size and depth, deflectors have been constructed at right angles to the stream bank, or even angled slightly upstream, causing the formation of deep elliptical pools extending 15 m to 18 m (50 ft to 60 ft) downstream from the tip of the deflectors.

The lack of success in New Brunswick of wing deflectors positioned less than 90 degrees is probably due to the rocky nature of the streambeds in those rivers. A structure installed at right angles or angled upstream will create more turbulence than those angled 45 degrees or more downstream and generate the water velocity necessary to scour the rocky bottom. The 45 degree angle is recommended on the basis of experience in Ontario and Pennsylvania where streambed materials are often finer and scour with less flow. Experience in British Columbia suggests that deflectors oriented downstream do not create enough velocity to properly scour coarse bottom material.

A deflector angled at right angles or upstream will tend to trap more debris than the normal design. This may result in the danger of damming and flooding of the stream. This is of less concern in New Brunswick where streams tend to be more remote than is true for more populated regions with agricultural land adjacent to the streams.

11.0 REFERENCES

- Government of Canada, Department of Fisheries and Oceans, 1980.
- Michigan Department of Conservation, Fish Division.
- Miller, J.G. and R. Tibbitt. 1983.
- Seehorn, Monte E. 1985.
- United States Department of Agriculture, Forest Service. 1969.
- United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. 1979.
- Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986.
- White, Ray J. and Oscar M. Brynildson. 1967.
- Wingate, P.J. et al. 1979.

FACT SHEET "G"
WING DEFLECTORS: LOG CRIB AND ROCK
REVISED:

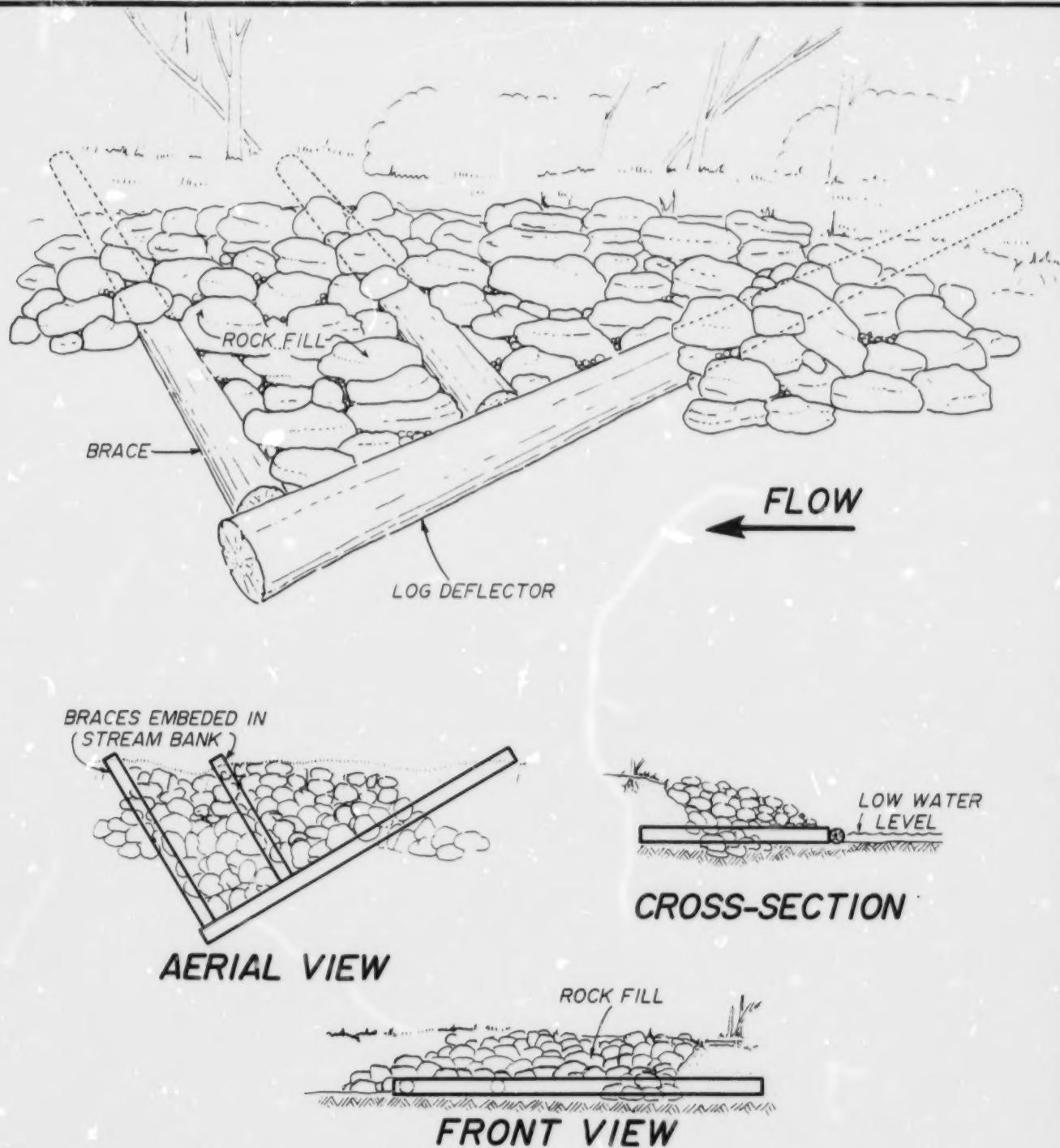


FIGURE G-1: LOG CRIB WITH ROCK DEFLECTORS

FISH HABITAT IMPROVEMENT PROJECT PROPOSAL FORM

a) Group/Assoc. Name _____
 Address _____
 Postal Code _____
 Telephone _____

b) Name of key contact _____
 Address _____
 Postal Code _____
 Telephone _____

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or printed text on the paper.

d) How many people in your organization will participate in this project? _____

e) Please name any other organizations which may assist with this project and the number of people involved.

2. TOPOGRAPHICAL MAP

A topographical map should be photocopied to show the area where you will be conducting your habitat improvement work. Please indicate the waterbody to be altered and the following information:

SCALE;

MAP NO;

NEAREST COMMUNITY.

Attach the map to the last page of this proposal.

3. DESCRIPTION OF PROJECT AREA

a) General Information

Name of waterbody: _____

Nearest community: _____

This project will be on: crown land ()
private land ()
both ()

For the following questions, please check (✓) the pertinent information and give further details:

b) Type of Waterbody

Details

stream	()	_____
river	()	_____
lake	()	_____
marsh	()	_____

estuary	()	_____
coastal site	()	_____
other	()	_____

c) Waterbody Characteristics

Details

shallow, calm	()	_____
shallow, slow current	()	_____
shallow, swift current	()	_____
deep, calm	()	_____
deep, turbulent	()	_____
other	()	_____

d) Bottom Characteristics

Details

finer (silt, sand, clay)	()	_____
gravel	()	_____
cobble (baseball to soccerball)	()	_____
boulder (larger than soccerball)	()	_____
rock ledge	()	_____
vegetation	()	_____
other	()	_____

e) Bank Stability:

Details

no erosion	()	_____
little erosion (less than 50%)	()	_____
much erosion (more than 50%)	()	_____
eroding slowly	()	_____
eroding actively	()	_____

f) Shoreline Vegetation (within 10m of banks)

Details

cropped pasture grasses	()	_____
grass and shrubs	()	_____
dense shrubs	()	_____
mature trees	()	_____
freshwater marsh vegetation	()	_____
salt marsh vegetation	()	_____
dune vegetation	()	_____
other	()	_____

g) Aquatic Vegetation

Details

none	()	_____
algae	()	_____
grass-like	()	_____
leafy	()	_____

h) Cover for Fish

Details

undercut bank	()	_____
boulder	()	_____
aquatic vegetation	()	_____
logs/trees	()	_____
other	()	_____

4. PROBLEM IDENTIFICATION: For the following questions, please check (✓) the pertinent information and give further details. Select the appropriate general categories before choosing the specific problems.

a) Passage Problems

Details

beaver dams	()	_____
man-made dams	()	_____
inoperative fishways	()	_____
improperly installed	()	_____
culverts	()	_____
log jams	()	_____
other obstructions	()	_____

b) Industrial Operations

Details

forestry (e.g. clearcutting)	()	_____
agriculture (e.g. ploughing)	()	_____
land fill	()	_____
dredging and/or dumping	()	_____
road building	()	_____
gravel removal	()	_____

channelization	()	_____
other	()	_____

c) Erosion/Siltation

Details

cattle along bank	()	_____
eroded gullies	()	_____
siltation	()	_____
no vegetation (within 10m of shoreline)	()	_____
improperly placed drainage ditches	()	_____
other	()	_____

d) Water Quality/Quantity

Details

water withdrawal	()	_____
wastewater discharge(industrial)	()	_____
wastewater discharge (municipal)	()	_____
recreational uses	()	_____
fish waste disposal	()	_____
intense housing development	()	_____
garbage or other debris	()	_____
other	()	_____

e) Miscellaneous

Details

poorly placed breakwater, wharf, etc.	()	_____
ice damage	()	_____
limited spawning area	()	_____
limited nursery/rearing area	()	_____
limited adult habitat	()	_____

If more space is required, please attach notes.

many some few

speckled/brook trout

rainbow trout

lake trout

Atlantic salmon

landlocked salmon

gaspereau

smelt

striped bass

others

6. PROJECT DESCRIPTION

a) Which fish species are being enhanced?

b) Describe the proposed work. (If more space is required, please attach notes.)

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

c) What is the proposed work schedule?

d) What is the lifespan of this project?

e) What are the maintenance requirements of the proposed work?

Please indicate the following information on your drawing:

- Attach the drawing to the last page of this proposal.**

State briefly the benefits to be derived from your project (e.g. increased fish habitat, improved awareness of this resource, promotion of community feeling, etc.)

[illegible]

Place attachments here (maps, notes, etc.).

REQUEST FOR ACCEPTANCE

We, the _____ (name of group) of _____ (location in New Brunswick) hereby make application for acceptance of the above proposal to undertake a fish habitat improvement project. We acknowledge that if approved, we shall provide the Department of Fisheries and Oceans with progress reports and a final report of our activities.

We acknowledge that if successful, we will be prepared to obtain liability insurance to cover those people who may be involved in our activities. Furthermore, we acknowledge that the Governments of Canada and New Brunswick are not liable for any personal injury or destruction of property caused by members of participating groups.

Signed _____ Position _____

Signed _____ Position _____

Date _____ Place _____

Note: Filing of this application form does not guarantee acceptance of the proposal or any portion thereof. When a proposal has been accepted the group or association will be formally notified.

LANDOWNER APPROVAL FORM

I, _____ (name) of _____ (address)
in New Brunswick, certify that I am the owner of the parcel of land no: _____
(LRIS #) located on the banks of _____ (name of
waterbody) in _____ county.

I hereby authorize the _____ (name of
association) to utilize that parcel of land for access, materials, modification, etc. to improve fish
habitat. I understand that this right is granted for the period between _____ (date)
and _____ (date) and that I may annul this authorization immediately by giving
written notice to the association. I will not be held responsible, nor will I hold the Department of
Fisheries and Oceans, the association or any other persons involved in this fish habitat
improvement project responsible for any personal injury or destruction of property.

Signed _____ Date _____

Witness _____ Date _____



Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians
Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens

Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick

S. Bastien-Daigle, A. Vromans et M. MacLean

Ministère des Pêches et des Océans
Région du Golfe
C. P. 5030
Moncton, N.-B.
E1C 9B6

Mars 1991

**Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques**

No. 1786



Fisheries
and Oceans

Pêches
et Océans

Canada

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

**Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 1786**

Mars 1991

**Guide d'amélioration de
l'habitat du poisson
au Nouveau-Brunswick**

par

**Sophie Bastien-Daigle, Albert Vromans et
Melanie MacLean**

**Ministère des Pêches et des Océans
Région du Golfe
C.P. 5030
Moncton, N.-B.
E1C 9B6**

Une publication gratuite du

Ministère des Pêches et des Océans

Région du Golfe

C.P. 5030

Moncton, N.-B.

E1C 9B6

Cette publication est également disponible
en format guide-pratique dans les deux langues officielles

Imprimé sur du papier recyclé.

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1991

No. de Cat., Fs 97-6/1786F

ISSN 0706-6570

On doit citer la publication comme suit:

Bastien-Daigle, S. , A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1786F: iv +118p.

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	iv
1.0 Introduction.....	1
2.0 Ce que vous devriez savoir.....	2
2.1: Pour mieux connaître son cours d'eau	2
2. 2: Pour mieux connaître ses poissons.....	6
La vie aquatique au Nouveau-Brunswick	6
La vie d'un salmonidé	7
2.3: Que se passe-t-il dans un bassin versant?	12
Les forces qui s'exercent sur les cours d'eau	12
La configuration des cours d'eau	13
2. 4: Mise en oeuvre de votre projet.....	15
Quelques mots sur la planification	15
Quelques mots sur la sécurité	16
Points à examiner pour l'approbation du projet	17
Processus d'approbation du projet	18
Liste de contrôle des travaux	21
Remerciements.....	19
Références.....	22
Lexique.....	26
 3.0: Fiches documentaire ...	
 A. Déblaiement des cours d'eau	A1
B. Plantation de végétaux sur les rives	B1
C. Mise en place de rochers dans les cours d'eau.....	C1
D. Aménagement d'abris de bois dans les cours d'eau.....	D1
E. Obstacles de basse chute	E1
F. Stabilisation des rives: enrochements et gabions	F1
G. Déflecteurs en éperon: encoffrements et roches.....	G1
 Annexe. . .	a1

RÉSUMÉ

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. Maclean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1786F : iv +118p.

Les auteurs ont procédé à la recension des ouvrages scientifiques et techniques sur l'amélioration de l'habitat du poisson pour produire un guide technique simple qui regroupe les connaissances actuelles sur le sujet. Le guide s'adresse aux groupes de protection de l'environnement et contient des recommandations techniques sous forme de fiches documentaires. On y trouve aussi des renseignements de base sur l'hydrologie et l'écologie, et un chapitre du guide porte sur le cycle de vie des salmonidés. D'après l'expérience acquise, les techniques proposées sont considérées comme les plus efficaces pour améliorer l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Figurent sur les fiches documentaires les renseignements les plus récents sur le déblaiement des cours d'eau, la plantation de végétaux sur les rives, la mise en place de rochers dans les cours d'eau, l'aménagement d'abris de bois dans les cours d'eau, la stabilisation des berges au moyen d'enrochement et de gabions et les déflecteurs en éperon.

1.0 INTRODUCTION

Voudriez-vous revivre les belles parties de pêche que le Nouveau-Brunswick a connues autrefois? Aimeriez-vous participer et consacrer du temps à des travaux de reconstitution du milieu aquatique? Si la réponse est oui, voici un manuel qui vous expliquera ce que vous pouvez faire, en collaboration avec le Ministère des Pêches et des Océans et le Ministère des Ressources naturelles et de l'Energie du Nouveau-Brunswick, pour préserver les précieuses ressources aquatiques du Nouveau-Brunswick. C'est un manuel qui vise à promouvoir la participation de la collectivité à l'amélioration de l'environnement aquatique. Tout ce que cela nécessite de votre part, c'est le temps et l'énergie que supposent des travaux de mise en valeur de l'habitat du poisson. Quant à nous, nous vous offrons conseils et moyens techniques pour réaliser votre projet.

L'amélioration de l'habitat du poisson fait partie intégrante de l'accroissement des populations de salmonidés de nos cours d'eau. Parmi les techniques de mise en valeur des salmonidés, c'est l'une des plus importantes. Sans un habitat aquatique de qualité, les populations de salmonidés ne sauraient être reconstituées par le biais d'autres techniques comme l'ensemencement ou encore l'utilisation d'incubateurs le long des cours d'eau.

Ce que vous avez entre les mains, c'est une série complète de fiches documentaire traitant de l'amélioration de l'habitat aquatique au Nouveau-Brunswick. Nous croyons qu'avant de commencer vos travaux, il vous faut connaître parfaitement le cours d'eau visé. C'est ce dont traitent les sections suivantes du manuel. Lorsque vous aurez analysé votre cours d'eau et que vous serez prêt à commencer les travaux, référez-vous aux fiches documentaire A et B, qui traitent des techniques de stabilisation des cours d'eau et des techniques de lutte contre l'érosion. Lorsque vous serez prêt à employer des techniques plus avancées d'amélioration de l'habitat, référez-vous aux fiches documentaire restantes, sans oublier de consulter l'un de nos spécialistes.

Nous croyons que les techniques dont traitent le présent manuel sont les plus indiquées pour améliorer l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Elles reposent sur l'expérience acquise. A mesure que vous accroîtrez vos connaissances et votre confiance, vous pourrez élargir vos activités d'amélioration de l'habitat.

Vous n'obtiendrez pas des résultats en 24 heures. Il peut s'écouler plusieurs années avant que la valeur d'une technique soit démontrée. **Ne vous découragez pas.** Une ressource qui s'est dégradée pendant des années ne peut être restaurée en quelques instants.

2.0 CE QUE VOUS DEVRIEZ SAVOIR

La première partie du présent manuel traite de la première étape de notre plan: vous familiariser avec votre cours d'eau et comprend des renseignements de base sur le poisson, son cycle de vie et ses besoins en matière d'habitat. La partie suivante fournit des renseignements sur ce qui se passe concrètement dans un bassin hydrographique. Il ne s'agit là que d'une introduction, pour en savoir plus, consultez les documents de références.

A vous d'agir. Nous vous confions l'amélioration de votre cours d'eau et nous vous aiderons durant tous vos travaux. En travaillant ensemble, nous pourrons profiter longtemps de l'habitat aquatique du Nouveau-Brunswick et du poisson qu'il produit.

2.1: Pour mieux connaître son cours d'eau

Il y a, au Nouveau-Brunswick, de nombreuses ressources naturelles: des forêts denses, un sol fertile, d'importants gisements de minéraux et des stocks de poisson abondants. Toutes ces ressources font tourner l'économie de notre province, elles créent des emplois et elles nous procurent de précieuses denrées commerciales.

La plus ancienne et la plus précieuse des ressources naturelles du Nouveau-Brunswick est la pêche. Pendant des siècles, nos lacs, nos cours d'eau, nos rivières et nos océans ont été exploités par les peuples autochtones, par les flottes de pêche de l'empire français et de l'empire britannique et par les colons. Depuis lors, la pêche est devenue non seulement une force économique pour le Nouveau-Brunswick, mais encore un mode de vie pour de nombreux autochtones, pêcheurs commerciaux et pêcheurs sportifs.

On croit souvent que nos ressources halieutiques sont inépuisables. Il est vrai qu'il s'agit d'une ressource renouvelable, mais c'est une ressource qui ne peut se reconstituer d'elle-même si elle n'est pas entretenue. Malheureusement, nous avons abusé de cette précieuse ressource plus que nous l'avons protégée.

La ressource que constitue la pêche est extrêmement fragile, comme le sont de nombreuses ressources naturelles. Le poisson est sensible aux changements de l'environnement et, comme beaucoup d'autres créatures, sa survie dépend de conditions très précises. La première de ces conditions est évidemment une eau propre. Toutefois, c'est plus que cela. Il faut compter aussi avec la

température, l'oxygène, la nourriture et l'existence d'abris et de bonnes frayères. Les conditions de l'habitat doivent tout simplement être idéales pour que la faune aquatique soit saine.

A titre de pêcheur à la ligne, de citoyen soucieux de la conservation ou de membre intéressé du grand public, vous savez déjà probablement ce qui fait la qualité de l'habitat aquatique. L'image qui vous vient à l'esprit, c'est une rivière non polluée coulant dans une région boisée. Vous pouvez entendre le battement et le bouillonnement produits par son lit rocheux. Vous vous souviendrez sans doute du choc que vous avez ressenti, un certain printemps, lorsque vous êtes retourné à votre coin de pêche favori et que vous avez constaté qu'il était obstrué par des dépôts vaseux. Vous avez constaté la perte d'un superbe réservoir de pêche. Aujourd'hui, vous pouvez contribuer à sa restauration. Tout ce qu'il faut, c'est un engagement de votre part et de la part de ceux qui pensent comme vous. Mais, poursuivez votre lecture...

Allons voir au-delà de ce réservoir particulier pendant quelques instants et survolons votre rivière. Nous voulons vous montrer que tous les cours d'eau font partie intégrante d'un système. Il est très important de comprendre, mais facile d'oublier, que toutes les activités qui ont cours dans un bassin hydrographique sont interdépendantes. Les dégâts subis par une section du cours d'eau n'y demeureront pas confinés. Leurs effets gagneront tout le système, tant en amont qu'en aval de la portion endommagée.

Au Nouveau-Brunswick, l'habitat du poisson est exposé à de nombreux dangers, certains de nature physique, d'autres de nature chimique. La liste est longue, allant de l'érosion, du dragage, de l'endiguement et des dépôts vaseux à l'évacuation des eaux usées dans nos cours d'eau, à la contamination par les pesticides et aux pluies acides. La plupart de ces dangers trouvent leur source dans les activités humaines, par exemple l'exploitation forestière, l'exploitation minière, l'agriculture et le développement urbain. Ils peuvent causer, et ils causent effectivement, des dommages considérables à l'habitat aquatique.

Il est possible de prendre des mesures pour contrecarrer les effets de l'érosion, menace numéro un à l'habitat aquatique du Nouveau-Brunswick. L'érosion, qui est l'usure de la surface terrestre, a des causes nombreuses, naturelles et provoquées, des causes qui vont de l'agriculture à la sylviculture, en passant par les inondations. Quelle que soit la cause de l'érosion qui se produit près des cours d'eau, l'effet est le même. Les lits des cours d'eau deviennent obstrués par le limon, lequel recouvre les substrats des frayères et provoque l'asphyxie des oeufs, des alevins et des insectes aquatiques. L'eau devient turbide, les poissons ont de la difficulté à trouver leur nourriture, les membranes délicates de leurs branchies s'irritent et la bienfaisante lumière solaire n'arrive plus à pénétrer de l'eau.

Le problème du limon accumulé dans les rivières du Nouveau-Brunswick s'aggrave chaque année. Il est difficile de trouver dans la province un cours d'eau qui ne soit pas affecté. Le problème est universel. Aucun cours d'eau ni aucune rivière ne peut échapper aux effets à long terme des dépôts limoneux, encore moins si l'on ne fait rien pour y remédier. Cette détérioration de l'habitat a des répercussions désastreuses. Pour vous, le résultat est le même année après année. Les bons coins de pêche sont de moins en moins nombreux.

Que peut-on faire pour enrayer ce cycle dangereux? D'abord et avant tout, il nous faut aller au-delà des symptômes pour nous attaquer à la racine du problème. L'habitat du poisson, soit les frayères et les aires d'alevinage, les seuils et les fosses, se détériorent évidemment sous l'action du limon. L'extraction du limon des frayères ou le déversement de gravier pourra constituer une solution pour l'immédiat, mais cela ne préservera pas les lits de frai à long terme. Le creusage de fosses supplémentaires n'offre pas non plus une solution à long terme à l'absence d'abris en eau profonde pour le poisson. Ce qu'il faut faire, c'est éliminer la source du limon.

Nous savons que vous êtes résolu à améliorer l'habitat aquatique pour qu'un jour vous puissiez retourner à votre coin de pêche favori et attraper le gros morceau dont vous rêvez. Nous voulons vous aider. Vous connaissez intimement votre cours d'eau et vous disposez de la main-d'oeuvre nécessaire pour effectuer des travaux d'amélioration dans ce cours d'eau. Quant à nous, nous disposons des connaissances techniques et nous avons de l'expérience. En d'autres termes, nos forces et nos aptitudes se combinent parfaitement pour former une alliance prometteuse, une alliance qui nous permettra de protéger nos précieuses ressources aquatiques contre le cycle infernal de la destruction. C'est ce dont il s'agit dans le présent guide.

Nous avons un plan et nous croyons que c'est un bon plan. Nous voulons éviter de gaspiller du temps, de l'argent et des efforts pour des solutions qui n'en sont pas. La meilleure façon d'y parvenir est d'organiser avec minutie la restauration de votre cours d'eau.

D'abord, il importe de se rappeler que chaque problème posé par un cours d'eau est particulier et qu'il faut le traiter comme tel. On ne saurait appliquer une solution uniforme, en espérant qu'elle produira toujours les résultats voulus. Les endroits limoneux présentent des différences que l'on ne pourra pas toujours déceler au premier coup d'oeil, et c'est pourquoi il est essentiel d'examiner minutieusement votre cours d'eau avant d'entreprendre les travaux. Le présent manuel comprend une enquête pour laquelle nous voudrions obtenir votre collaboration. Elle a pour objet d'orienter votre évaluation et de

nous donner une idée de la nature exacte du problème. A partir de là, nous pourrions travailler ensemble à l'élaboration et à la mise en oeuvre de solutions.

Etudiez votre cours d'eau en répondant aux questions qui figurent dans le **formulaire de proposition**. A l'aide de cette information, il vous sera possible de demander le **permis de modification de cours d'eau**. Il faut faire la demande de permis de modification de cours d'eau au ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick. Si votre demande est acceptée, vous pourrez entreprendre vos travaux. Si vous désirez des renseignements complémentaires que le présent manuel ne contient pas, vous pourrez vous adresser aux spécialistes du MPO. Ils vous donneront des détails sur les techniques d'amélioration de l'habitat du poisson que vous désirez employer. Lorsque vous serez prêt à entreprendre les travaux sur le terrain, vous disposerez sans doute d'un groupe bien organisé de bénévoles pour vous soutenir.

Lorsque le poisson et l'habitat du poisson sont affectés par des problèmes environnementaux et écologiques, les solutions les plus simples, les plus naturelles, sont dans la plupart des cas meilleures que les solutions mécaniques ou structurales. Par exemple, il est plus efficace de planter des végétaux sur la rive érodée d'un cours d'eau que d'ériger un mur de soutènement en pierre ou en bois. Pourquoi? Eh bien, c'est une solution beaucoup plus économique, une solution qui n'exige aucun savoir-faire particulier. De plus, c'est une solution plus durable. Il y a des chances pour qu'une structure soit mal installée, puis endommagée ou détruite par la force du courant. Par contre, des arbres souples, des arbustes et des herbages résisteront à la pression de l'eau. Les végétaux présentent également des avantages additionnels. En plus de souder la terre grâce à leurs racines, ils constituent un abri pour le poisson, ils sont une source d'aliments nutritifs pour l'écosystème du cours d'eau, ils protègent l'eau contre la chaleur excessive et ils abritent de nombreux insectes dont peut se nourrir le poisson. Finalement, ils préservent l'apparence naturelle de l'environnement du cours d'eau, ce qui profite non seulement aux pêcheurs à la ligne, mais encore aux ornithologues amateurs et aux fervents du grand air et de la vie sauvage.

Lorsque vous serez convaincus que les problèmes d'érosion sont finalement maîtrisés, vous pourrez vous appliquer à examiner les autres problèmes d'habitat. Certains peuvent nécessiter la construction de structures dans le cours d'eau. Si elles sont bien installées, de telles structures peuvent effectivement avoir pour résultat la formation de fosses et de seuils, elles peuvent nettoyer le gravier et enrayer la progression du limon. Les fiches documentaires du présent manuel exposent les détails de ces techniques. Cependant, il est très important d'éliminer le problème du limon avant d'entreprendre des travaux plus avancés.

Lorsque le cours d'eau aura été amélioré, il vous restera à savourer les résultats de vos efforts. Si la population indigène de poissons du cours d'eau est trop faible pour pouvoir reconstituer par elle-même un stock abondant, vous songerez peut-être à lui venir en aide à cette fin. Vous pourrez recourir alors à un certain nombre de techniques de mise en valeur des salmonidés, par exemple i) l'empoissonnement à l'aide de jeunes salmonidés parfaitement sains provenant d'une écloserie et présentant divers stades de développement et un patrimoine génétique approprié; ii) l'emploi d'incubateurs placés le long du cours d'eau; iii) la transplantation de géniteurs ayant un patrimoine génétique approprié. Lorsque vous en serez à cette étape de vos travaux, le MPO vous fournira des conseils avisés sur la meilleure façon de vous y prendre, ainsi que des fiches documentaires portant sur ces techniques de mise en valeur.

Votre engagement et votre enthousiasme sont essentiels au succès de ce programme. Toutefois, nous savons tous qu'un enthousiasme excessif peut être catastrophique. L'impatience et la précipitation ne peuvent conduire qu'à la frustration et à des résultats décevants. C'est pourquoi nous vous conseillons de vous fixer des buts réalistes. Commencez vos travaux d'amélioration avec l'essentiel: le nettoyage du cours d'eau, la suppression des obstacles et la stabilisation des rives. Si vous avez exécuté ces travaux et que vous songez à utiliser des techniques plus avancées, alors dressez vos plans à ce moment-là. Si vos travaux sont planifiés de façon méthodique, nous pouvons espérer obtenir des résultats non seulement meilleurs, mais encore plus durables.

2. 2: Pour mieux connaître ses poissons

Avant d'entreprendre des travaux d'amélioration de l'habitat du poisson, il est nécessaire d'évaluer l'état et le caractère de votre cours d'eau et de définir les problèmes. En appliquant les observations que vous aurez faites à votre connaissance du poisson et de ses besoins, il vous sera possible de mettre au point des solutions efficaces. Dans la présente section, nous examinerons quelles espèces de poisson se trouvent dans les eaux du Nouveau-Brunswick et ce dont elles ont besoin pour survivre.

La vie aquatique au Nouveau-Brunswick

Les poissons les plus prolifiques des voies d'eau du Nouveau-Brunswick sont sans doute les salmonidés, espèce très prisée. Les salmonidés, famille de poissons téléostéens, comprennent plusieurs espèces de truites et d'ombles, ainsi que le saumon de l'Atlantique. Certains d'entre eux, comme l'omble de fontaine et le touladi, sont des espèces indigènes du Nouveau-Brunswick. D'autres ont été introduits dans nos eaux au début du siècle. La truite brune a été transplantée d'Europe, tandis

que la truite arc-en-ciel provient de la côte occidentale de l'Amérique du Nord. Le très recherché saumon de l'Atlantique est une espèce indigène de l'Atlantique nord.

Certains salmonidés sont anadromes, ce qui signifie qu'ils naissent et grandissent en eaux douces. Ils migrent ensuite vers l'océan pour croître et parvenir à maturité, avant de retourner vers les eaux douces pour se reproduire. Mais il y en a d'autres qui passent toute leur vie en eaux douces (par exemple, la ouananiche).

La chair ferme et rosée des salmonidés est délicieuse. Leur intelligence et leur combativité en font un poisson idéal pour la pêche sportive. Si vous avez déjà taquiné le saumon de l'Atlantique, vous connaissez la griserie que procure la capture de ce magnifique animal!

Les salmonidés sont sans doute l'espèce la plus prisée des poissons d'eau douce, mais chacune des créatures évoluant dans un milieu aquatique joue un rôle essentiel. C'est pourquoi, lorsqu'on envisage de quelconques travaux d'amélioration de l'habitat du poisson, il faut considérer le système tout entier, un système composé de millions d'organismes interdépendants. L'enlèvement ou la perturbation d'une seule espèce peut déséquilibrer gravement le système. Il faut agir avec discernement lorsqu'on effectue des travaux dans un cours d'eau ou près d'un cours d'eau.

Les lacs, cours d'eau et rivières du Nouveau-Brunswick abritent une vie végétale et animale très diversifiée. Les salmonidés partagent leur milieu naturel avec d'autres espèces anadromes, comme l'éperlan et le gaspateau, ainsi qu'avec des espèces sédentaires, comme la vandoise, le chevesne et le chabot visqueux. Le gaspateau et l'éperlan sont des espèces commerciales importantes, même si elles ne sont pas très prisées par les pêcheurs à la ligne. Leurs petits constituent une partie du régime alimentaire de certains salmonidés.

D'autres espèces, essentielles à la chaîne alimentaire, partagent le milieu aquatique. Les algues et le plancton sont les principales sources de nourriture des insectes aquatiques, comme l'éphémère, la phrygane, la perle et les larves de moustiques et de mouches noires. Ces insectes, à leur tour, sont mangés par les poissons. De nombreux poissons, quant à eux, font partie du régime alimentaire de prédateurs, tels l'outre, l'ours, le martin-pêcheur et même les poissons plus gros.

La vie d'un salmonidé

La truite et le saumon de l'Atlantique sont depuis longtemps admirés pour les prouesses qu'ils exécutent dans leur progression vers les frayères. Ils sont reconnus pour franchir des obstacles

considérables, comme des chutes d'eau et des barrages, sous la force de leur instinct de reproduction. Certains poissons qui ne sont pas des salmonidés, comme l'éperlan et le gaspateau, ne peuvent, quant à eux, franchir de tels obstacles. Pour se rendre à leurs frayères, ils utilisent des cours d'eau sans obstacle. Un ponceau mal installé peut empêcher des milliers de ces poissons de frayer comme il convient, entraînant un désastre pour la population.

Comme on l'a expliqué précédemment, les espèces anadromes se multiplient et croissent en eaux douces, migrent vers l'eau salée où elles parviennent à maturité, puis retournent vers l'endroit qui les a vues naître pour renouveler le cycle (figure 2.1). La durée de chacune des étapes de leur cycle de vie et la période de l'année durant laquelle a lieu la reproduction dépendent de l'espèce considérée, ainsi que d'autres facteurs. Chaque espèce est légèrement différente des autres.

Malgré ces différences, les cycles de vie de tous les salmonidés anadromes suivent essentiellement le même schéma. A chaque étape de leur cycle de vie, ils ont des besoins particuliers. Ces besoins sont une eau limpide et fraîche, de la nourriture et de l'oxygène en abondance, des frayères et lieux d'élevage de bonne qualité, finalement des cours d'eau dépourvus d'obstacles. Si de tels besoins ne sont pas satisfaits, le poisson ne pourra survivre.

Il importe de se rappeler que, même si la truite et le saumon de l'Atlantique partagent les mêmes habitats, ils ont chacun leurs préférences. Par exemple, le saumon de l'Atlantique évolue dans les secteurs peu profonds et à ciel ouvert des cours d'eau. Quant à l'omble de fontaine, elle évolue généralement dans des eaux plus lentes et dans des endroits offrant des abris, comme les plantes poussant dans le cours d'eau lui-même ou encore les rives affouillées de celui-ci. Lorsque l'on procède à l'amélioration d'un cours d'eau, on court le risque de convertir un habitat propice au saumon en un habitat plus adapté à la truite, et inversement. Il en sera ainsi si l'on installe trop de dispositifs de couverture (pas très recherchés par le saumon) ou si l'on enlève au contraire des abris existants (au détriment de la truite). C'est la raison pour laquelle il importe de savoir quelles espèces de poisson fréquentent le cours d'eau et quels sont les objectifs de mise en valeur des stocks de poisson pour cet endroit.

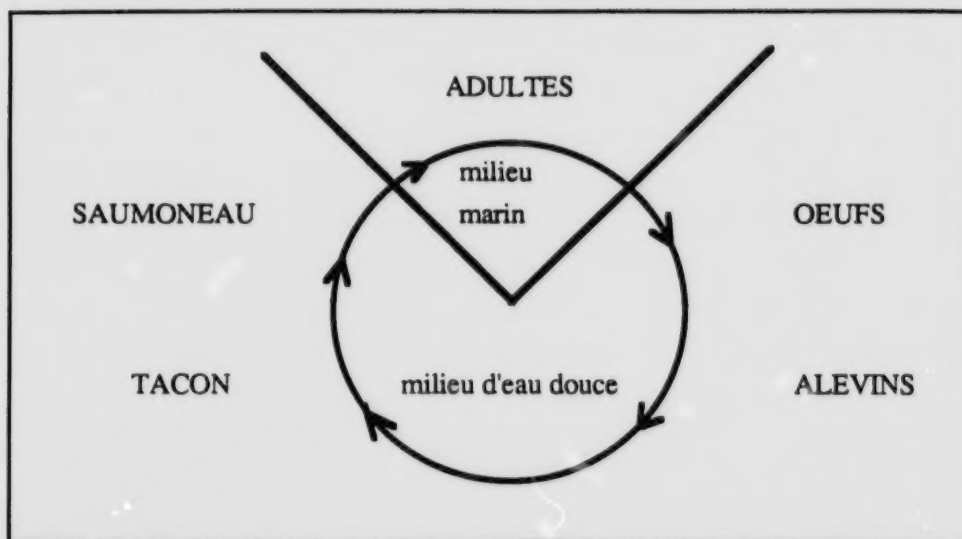


Figure 2.1. Diagramme de présentation du cycle de vie d'un saumon de l'Atlantique. Tous les salmonidés anadromes ont des cycles semblables. (Les salmonidés n'ont pas tous un cycle de vie comprenant l'étape appelée "saumoneau". Toutefois, tous les salmonidés anadromes passent par un processus physiologique semblable à la smoltification avant d'entrer dans le milieu marin.)

Lorsque les salmonidés adultes sont prêts à frayer, ils choisissent en général des lits de gros gravier propre. La taille du gravier correspond étroitement à la taille du poisson. La femelle déplace le gravier avec sa queue afin de se ménager un ou plusieurs nids pour ses oeufs. La formation de plusieurs nids est un mécanisme de protection biologique, de telle sorte que, si l'un d'eux vient à être détruit, tous les oeufs ne seront pas perdus. Selon l'espèce, la femelle peut déposer entre 1 500 et 4 000 oeufs dans ses nids. A mesure qu'elle dépose les oeufs, le mâle se tient près d'elle et, simultanément, libère la laitance pour féconder les oeufs. L'insuffisance de bonnes frayères peut entraîner de graves problèmes, tels la perturbation ou l'asphyxie des oeufs déjà déposés. Il se peut que certains poissons soient incapables de frayer. Quoi qu'il en soit, la diminution des frayères réduit le nombre de poissons qui parviennent à se développer.

Les adultes les plus vigoureux peuvent vivre assez longtemps pour frayer trois ou quatre saisons. Les saisons de frai successives d'un poisson ne se suivent pas nécessairement d'une année à l'autre. Certaines années pourront être omises. Dans certains cas, l'épreuve de la migration vers les zones de frai affaiblit considérablement le poisson et la mort peut en résulter peu après le frai. Certains poissons

retournent immédiatement vers la mer après le frai. D'autres demeurent en eaux douces pendant quelques mois (en général, durant l'hiver) avant de migrer de nouveau vers leur milieu marin.

Les oeufs d'incubation sont extrêmement fragiles. Un environnement qui n'est pas optimal peut être mortel. La température de l'eau doit être fraîche, soit de 4 à 10 degrés Celsius. Les températures d'hiver, dans les nids, tombent ordinairement au-dessous de 4 degrés Celsius, et elles tombent souvent jusqu'à 0,5 degré Celsius durant des périodes prolongées. Des températures plus chaudes peuvent accélérer le processus d'incubation, entraînant ainsi l'éclosion des oeufs trop tôt dans la saison, avant qu'il n'y ait suffisamment de nourriture. Des températures de 20 degrés Celsius et plus peuvent être fatales. Il est également essentiel que les oeufs aient suffisamment d'oxygène pour survivre. Une eau riche en oxygène doit donc s'écouler librement au-dessus des oeufs, ce qui n'est possible que si le nid n'est pas obstrué par du limon. Toute perturbation physique du nid, qu'elle soit causée par l'homme ou la nature, peut avoir des conséquences catastrophiques.

Les jeunes qui viennent d'éclore s'appellent les alevins. Les alevins demeurent dans leur nid, se nourrissant à même leurs sacs vitellins. A ce stade, ils sont très vulnérables à la chaleur, à la lumière et, à cause de leur petite taille, aux prédateurs. Lorsque les jeunes poissons ont absorbé leurs sacs vitellins, on les appelle collectivement frai. Ils peuvent dès lors quitter le gravier et nager librement.

La nécessité de se nourrir incite le frai à rechercher les abondantes ressources des aires d'alevinage. Ces poissons se nourrissent principalement d'après ce qu'ils voient, c'est pourquoi il est essentiel, à ce stade et pour le reste de leur vie, que l'eau soit limpide. Une eau turbide peut avoir un autre effet nocif. Les impuretés irritent la membrane des branchies, ce qui rend la respiration difficile. Au surplus, les lésions causées aux membranes par une eau sale peuvent conduire à l'infection du tissu des membranes, voire à la mort.

Petit et sans défense, mais nageant quand même librement, le frai est, à ce stade, une proie particulièrement facile. Les moellons, les rives creusées et les plantes du bord de l'eau lui servent d'abris et sont pour lui des sources d'alimentation. Le frai se nourrit d'une grande variété d'invertébrés. Les larves d'insectes, comme celles de la mouche noire et de l'éphémère, sont particulièrement importantes. A mesure que le poisson devient plus gros, il peut absorber une nourriture plus consistante. Le frai plus avancé et les tacons se nourrissent d'insectes terrestres et aquatiques et de leurs larves, de certains crustacés et d'autres poissons plus petits. En général, si leur bouche est assez grande pour telle ou telle pâture, ils vont l'absorber.

Les poissons anadromes et, parmi eux, des non-salmonidés, peuvent passer entre un mois et deux ans, et même davantage, à se nourrir dans les fleuves. Chaque espèce a son propre chronomètre biologique, qui lui dit quand il est temps de descendre vers l'océan. Avant qu'un saumon de l'Atlantique ne soit prêt à quitter les eaux douces, il subit un changement physiologique, appelé smoltification, qui le prépare pour le milieu aquatique salin. Il passe d'une couleur verdâtre ou brunâtre à une couleur argentée luisante qui lui permettra de passer inaperçu dans l'océan. D'autres espèces, comme la truite et l'éperlan, subissent des modifications analogues, bien que moins importantes, en prévision de la phase marine de leur cycle de vie. Pour plus de détails sur les cycles de vie des différentes espèces, se référer au texte de Scott et Crossman (1979).

La migration en aval est souvent entravée par des obstacles artificiels ou naturels, comme des ponceaux, des chutes d'eau, et des barrages d'usines hydro-électriques. Certains poissons peuvent franchir ces obstacles, d'autres non. Par exemple, ils peuvent traverser un barrage d'usine hydro-électrique et risquer la mort dans les turbines, ou bien ils peuvent sauter par-dessus, s'exposant à des blessures ou à la mort par suite de la chute. Ceux qui survivent poursuivent leur périple vers les aires de nourriture de l'océan.

La nourriture est abondante dans le milieu marin. Les poissons croissent rapidement, se nourrissent d'invertébrés et de petits poissons. Toutefois, ils doivent se méfier des prédateurs, dont l'homme. Après une certaine période dans l'océan, les poissons, parvenus à maturité, retournent vers le cours d'eau qui les a vus naître. A cause de la mortalité naturelle et des prédateurs, seulement un pour cent, et même moins, des oeufs pondus parviendront à ce stade.

Les sujets parvenus à maturité entreprennent un long et difficile voyage. Ils doivent lutter contre le courant et parfois franchir des barrages et des chutes d'eau. Souvent, ils ne se nourrissent pas pendant leur voyage vers l'amont, et certains peuvent épuiser leurs réserves d'énergie avant d'arriver à destination ou bien deviennent des proies faciles pour les ours, les loutres et l'homme. Ceux qui réussiront à atteindre les frayères poursuivront le cycle, assurant ainsi la survie de l'espèce.

Depuis les premiers temps de la colonisation jusqu'à nos jours, en passant par la révolution industrielle, les activités de l'homme ont menacé la survie du poisson à chaque étape de son cycle. Pour reconstituer les stocks de poisson à leur niveau d'antan, il nous faut apprendre à reconnaître les causes de leur déclin et à déterminer les mesures les plus indiquées pour renverser la tendance.

2.3: Que se passe-t-il dans un bassin versant?

De la même façon qu'il est important de comprendre le poisson et ses besoins en matière d'habitat, il est nécessaire de bien connaître l'origine et la formation du réseau hydrographique. La présente section constitue une introduction à certains des principes fondamentaux de la dynamique des cours d'eau. Si vous désirez en savoir plus sur le sujet, vous pouvez consulter les références.

La qualité de l'habitat du poisson reflète la qualité du bassin hydrographique tout entier (les bassins hydrographiques sont aussi appelés "lignes de partage des eaux"). Le caractère lui-même de votre coin de pêche favori dépend de la qualité des eaux situées en amont (et, dans une certaine mesure, en aval), de la végétation environnante, du genre de sol et de l'utilisation qui est faite de la terre.

Les cours d'eau et autres nappes d'eau sont alimentés par les précipitations. Les précipitations sont en grande partie absorbées par le sol ou la nappe phréatique, elles s'évaporent ou bien elles imprègnent les racines des plantes. Les eaux restantes pénètrent les cours d'eau sous forme de ruissellements de surface et d'infiltrations souterraines. Heureusement, un faible pourcentage seulement des précipitations annuelles atteint nos lacs, nos cours d'eau et nos rivières. Si la totalité des précipitations s'écoulait directement dans le réseau hydrographique de surface, ce serait trop pour que les rives puissent résister et il en résulterait un problème d'érosion.

Les points d'eau d'un bassin hydrographique constituent un réseau et forment des cours d'eau de dimensions variées. L'origine du réseau hydrographique, en général les sources, porte le nom de cours d'eau du premier ordre. Ces cours d'eau n'ont pas affluents, mais ils forment les cours d'eau du second ordre lorsqu'ils se rejoignent. Lorsque des cours d'eau du second ordre se rejoignent, ils forment des cours d'eau du troisième ordre. Puis le modèle se continue, chaque ordre de cours d'eau donnant naissance à un ordre plus important, jusqu'à la formation de la rivière la plus grande du bassin hydrographique.

Les forces qui s'exercent sur les cours d'eau

Vous êtes-vous déjà demandé pourquoi votre cours d'eau préféré pour la pêche prend telle ou telle sinuosité, ou encore pourquoi les fosses sont espacées à intervalles presque égaux? Avez-vous déjà remarqué que les fosses et les hauts-fonds se succèdent généralement le long d'un cours d'eau poissonneux et fertile?

Le caractère d'un cours d'eau, son schéma et la forme de son lit et de ses rives procèdent tous de la façon dont l'eau s'écoule. Deux forces exercent une action sur l'eau: la gravité et la friction. La gravité, force de l'attraction terrestre, entraîne l'eau vers le bas des pentes. La friction entre l'eau, d'une part, et le lit et les rives du cours d'eau, d'autre part, produit une résistance à la pression de la gravité. Cette résistance augmente à mesure que l'eau franchit des obstacles de plus en plus importants, comme des rochers, et à mesure que la vitesse de l'eau s'accroît.

La vitesse d'écoulement de l'eau dans un canal est influencée par plusieurs facteurs, comme la pente, la largeur et la profondeur du canal, puis le degré de résistance. Par exemple, un cours d'eau étroit et peu profond qui descend un ravin présentera une vitesse beaucoup plus élevée qu'un cours d'eau large et profond s'écoulant dans une plaine inondable. La pente, la largeur, la profondeur et la résistance dépendent, quant à elles, de la configuration du terrain, du genre de sol, de la végétation et de l'utilisation que l'homme fait de la terre dans le bassin hydrographique. Les forces de la gravité et de la résistance obligent l'eau à creuser un canal sur le terrain. Lorsque l'eau est entraînée vers le bas, elle emporte avec elle les particules et débris qui ne peuvent résister à son courant.

La stabilité du canal et les qualités qu'il peut réunir pour former un habitat aquatique dépendent de la configuration du canal. Ainsi, on peut se faire une bonne idée du genre de cours d'eau qui constitue un bon habitat pour le poisson. Examinons brièvement les différents types de cours d'eau.

La configuration des cours d'eau

La configuration des cours d'eau peut prendre trois formes, mais une seule réunit les conditions optimales pour l'habitat du poisson. Les diverses configurations des cours d'eau sont décrites de la façon suivante par les spécialistes de la dynamique des cours d'eau: rectilignes, entrelacées, sinueuses.

L'eau s'écoule généralement en formant des contours partout où elle passe, qu'elle traverse des marécages ou une plaine inondable, ou bien qu'elle descende une montagne. Il en est ainsi parce que l'eau prend le chemin le plus facile, mais pas nécessairement le plus court. **Les cours d'eau rectilignes** ne sont pas l'oeuvre de la nature. En général, si un cours d'eau est assez droit, c'est parce que l'homme a modifié son cours pour quelque raison. Le plus souvent, les cours d'eau rectilignes ne réunissent pas les conditions propices à la survie du poisson. La vitesse de l'eau, favorisée par l'absence de méandres, érode les rives et entraîne la formation de dépôts limoneux. Dans les cours d'eau rectilignes, on ne trouve pas non plus la variété que requiert un habitat aquatique de qualité.

Les cours d'eau entrelacés ne peuvent pas, eux non plus, constituer des habitats productifs pour le poisson. Un cours d'eau entrelacé se divise en plusieurs cours d'eau plus petits qui se rejoignent, puis se divisent de nouveau. Ce phénomène résulte souvent de l'instabilité des rives, de la faible profondeur de l'eau et de la grande quantité d'alluvions que contient celle-ci, toutes choses qui rendent de tels cours d'eau non propices à la survie du poisson.

Comme on l'a mentionné précédemment, l'eau suit naturellement un cours formé de sinuosités ou de méandres. Il n'est donc pas surprenant que le cours d'eau le plus stable soit celui qui présente des méandres. En général, **les cours d'eau sinueux** ont des lits onduleux, en raison du mouvement de l'eau d'un côté du cours d'eau à l'autre. Des fosses profondes succèdent souvent à des seuils peu profonds, ce qui donne au poisson les abris et les frayères dont il a besoin. Si l'on ajoute à cela la stabilité des rives, on constate que les cours d'eau sinueux constituent l'habitat idéal pour le poisson, pourvu que l'homme ne fasse rien pour détruire l'équilibre de tels cours d'eau.

Il importe de se rappeler que les cours d'eau sont dynamiques. Ils changent constamment et de façon subtile. Cette propriété rend les cours d'eau extrêmement fragiles, d'autant plus que les différentes parties d'un réseau hydrographique sont interdépendantes. Il faut être très minutieux lorsqu'on travaille dans un cours d'eau ou près d'un cours d'eau, parce que tout ce qu'on y fait se répercutera tant en amont qu'en aval. Par exemple, enlever un barrage de castors afin de permettre au poisson de passer pour aller frayer peut sembler une excellente idée. Il pourra au contraire en résulter de graves problèmes, par exemple, l'inondation et l'érosion en aval et la destruction du frai et des oeufs en amont. Chaque habitat est un cas particulier qu'il faut examiner séparément, la meilleure solution au problème que pose un cours d'eau pouvant être catastrophique pour un autre cours d'eau.

La clé d'une bonne mise en valeur de l'habitat du poisson consiste à préserver le cours d'eau dans son état naturel - rives stables, méandres, puis fosses succédant à des seuils. Modifier un cours d'eau ou le redresser ne fera qu'empirer la situation.

Nous savons que vos intentions sont les meilleures du monde en ce qui concerne l'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick, mais les actions les mieux intentionnées peuvent elles-mêmes avoir des conséquences graves si elles ne sont pas mises à exécution d'une bonne façon. C'est pourquoi, avant de commencer vos travaux, vous devriez consulter un hydrologue ou un spécialiste de la biologie aquatique. Il pourra vous dire les effets de la solution que vous proposez sur l'équilibre du cours d'eau et il saura vous conseiller les mesures les plus indiquées.

2.4: Mise en oeuvre de votre projet

Quelques mots sur la planification . . .

Avant que votre équipe n'entreprenne les travaux de mise en valeur de l'habitat du poisson, planifiez les travaux en question avec minutie. Rappelez-vous que les entreprises les mieux intentionnées peuvent échouer si elles sont mal préparées. Donc, asseyez-vous quelques instants, puis relisez **soigneusement** vos notes et la liste de contrôle des travaux.

Assurez-vous des points suivants:

- votre projet est conforme au plan de gestion des pêches de la région et il ne va pas à l'encontre de l'intérêt des autres utilisateurs de la ressource.
- vous avez minutieusement analysé l'état de votre cours d'eau.
- vous bénéficiez du soutien scientifique et technique des spécialistes fédéraux et provinciaux de la biologie aquatique .
- vous employez la technique de mise en valeur la plus indiquée pour votre cours d'eau.
- vous bénéficiez de l'aide d'un groupe de bénévoles et vous disposez d'un équipement convenable et suffisant pour vos travaux.
- chacun des membres de votre équipe sait quand et où les travaux auront lieu.
- vous avez obtenu tous les **permis nécessaires** pour commencer vos travaux. Ne pas oublier le permis de modification de cours d'eau, ni l'approbation du propriétaire!

Ne pas oublier que, de la qualité de la planification de vos travaux, dépend l'acceptation de votre demande!

Quelques mots sur la sécurité . . .

Il ne faut pas oublier que c'est dans l'eau ou près de l'eau que vous exécutez vos travaux. Il faut donc toujours agir avec prudence!

Souvenez-vous des points suivants . . .

- Vous travaillerez sur l'eau, ce qui présente des risques, et vous utiliserez sans doute de gros matériaux, voire de l'équipement lourd.
- Observez toutes les consignes de sécurité et conservez avec vous une trousse de premiers soins bien assortie. Assurez-vous de toujours disposer d'un véhicule en cas d'accident grave nécessitant un transport à l'hôpital. Par mesure de précaution, faites suivre à quelques membres de votre équipe un cours de secouriste.
- Des vêtements appropriés vous protégeront contre les blessures. Si vous travaillez avec des matériaux ou des équipements lourds, surtout des tronçonneuses, portez des bottes, des gants, des casques et des masques protecteurs. - Les individus qui ont des problèmes de santé doivent se garder de faire des efforts excessifs. Assurez-vous que chacun des membres de votre équipe dispose d'une bonne quantité de nourriture et d'eau pour la journée. La fatigue peut conduire à des imprudences et les imprudences à des accidents!

Par-dessus tout, rappelez-vous qu'aucune entreprise ne mérite que l'on y laisse sa vie ou un membre. Usez de prudence et de bon sens et **opérez de façon sécuritaire!**

Formalités . . .

L'obstacle le plus important à franchir pour commencer vos travaux a sans doute trait aux formalités de demande et d'approbation. Ces formalités peuvent nécessiter plusieurs semaines. Les informations requises pour les formalités de demande et d'approbation sont décrites aux pages suivantes.

POINTS A EXAMINER POUR L'APPROBATION DES TRAVAUX

Pour vous aider à préparer une proposition acceptable et à comprendre le processus d'évaluation, voici une liste des critères d'évaluation des propositions.

HABITAT:

- 1) Les travaux concernent-ils un cours d'eau dans lequel l'habitat du poisson est restreint?
- 2) Les travaux causeront-ils des dommages à l'habitat d'autres endroits de la nappe d'eau?
- 3) Les travaux augmenteront-ils la surface de l'habitat du poisson?
- 4) Les travaux amélioreront-ils l'habitat du poisson?
- 5) Les travaux assureront-ils une protection à long terme pour la région considérée?
- 6) Quelle est la dimension de la nappe d'eau sur laquelle les travaux seront exécutés?

POISSON:

- 7) Les espèces que l'on veut mettre en valeur sont-elles des espèces indigènes du Nouveau-Brunswick?
- 8) Les travaux augmenteront-ils le nombre de poissons?
- 9) Les travaux auront-ils un effet préjudiciable sur une autre espèce?
- 10) Les travaux favoriseront-ils la reproduction naturelle?

TRAVAUX:

- 11) Les travaux paraissent-ils judicieux du point de vue technique et écologique?
- 12) Quelle sera la durée des travaux?
- 13) Quel entretien les travaux nécessiteront-ils?
- 14) Quelles sont les spécialités nécessaires pour les travaux?
- 15) Les travaux exigent-ils des mesures immédiates?
- 16) Quel est le rapport avantages-coûts des travaux?

BENEVOLES:

- 17) Combien d'organismes participeront aux travaux?
- 18) Combien de personnes participeront aux travaux?
- 19) Votre organisation a-t-elle participé à d'autres travaux d'amélioration?

RELATIONS PUBLIQUES:

- 20) La collectivité locale appuie-t-elle les travaux?

21) Combien de personnes seront sensibilisées aux travaux d'amélioration qu'effectuera votre organisation?

22) Combien de personnes profiteront des travaux?

PROCESSUS D'APPROBATION DES TRAVAUX

1) Après avoir obtenu leur copie du *Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick* et rempli les formulaires de demande (avec l'aide du MPO et/ou des spécialistes provinciaux de la biologie aquatique), l'association envoie le formulaire aux agences responsables.

2) La proposition est assujettie à des formalités d'examen précises.*

3) Si l'approbation est donnée, vous pourrez exécuter les travaux. Si elle ne l'est pas, elle sera renvoyée à l'association pour qu'elle y apporte des modifications.

4) Lorsque les travaux sont terminés, l'association doit présenter un rapport au MPO.

* Les représentants des organisations suivantes pourront participer aux formalités de l'examen:

MPO - Ministère des Pêches et des Océans (fédéral)

ME - Ministère de l'Environnement (fédéral)

MRNENB - Ministère des Ressources naturelles et de l'Energie du Nouveau-Brunswick MAMENB -

Ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick MPNB -

Ministère des Pêches et de l'aquaculture du Nouveau-Brunswick

Note: Bien que le MPO et le MAMENB examinent tous deux le formulaire de proposition d'amélioration de l'habitat du poisson et le formulaire de demande de modification de cours d'eau, le consentement de l'un ne garantit pas le consentement de l'autre. Une réponse négative ne signifie pas que la proposition ne peut être présentée de nouveau. Il faut cependant la modifier pour qu'elle réponde aux objectifs du programme.

LISTE DE CONTROLE DES TRAVAUX

Cette liste de contrôle illustre les étapes nécessaires à l'organisation de vos travaux. Rappelez-vous que vos travaux peuvent s'étaler sur plusieurs années. Assurez-vous que votre équipe est disposée à prendre ce genre d'engagement.

A. RECONNAISSANCE (printemps, année 1)

- 1) reconnaître le problème général et bien l'étayer;
- 2) se familiariser avec la région où le problème se pose;
- 3) faire le schéma de la région, en indiquant l'endroit où se situe le problème;
- 4) prendre des photographies et des vidéos illustrant l'endroit où se trouve le problème;
- 5) voir si des associations ou groupements locaux accepteraient de participer aux travaux;

B. EVALUATION (printemps/été, année 1)

- 1) effectuer le tour d'horizon que nous vous avons suggéré;
- 2) procurez-vous les cartes et peut-être aussi les photographies aériennes de la région ;
- 3) repérer la région à améliorer et bien l'étayer;
- 4) consultez les spécialistes du MPO;
- 5) présentez vous au Service du cadastre et de l'information foncière pour savoir qui sont les propriétaires des terres environnantes ;
- 6) obtenir l'approbation de principe du, ou des propriétaires;

C. PLAN (automne, année 1, et hiver, année 2)

- 1) décider de la solution;
- 2) faire le plan des travaux à exécuter;
- 3) s'assurer que les travaux ne contreviendront pas aux lois fédérales ou provinciales sur l'environnement;
- 4) obtenir l'approbation écrite des propriétaires pour les travaux (voir formulaire d'approbation du propriétaire);
- 5) obtenir l'engagement ferme des associations ou groupements intéressés;
- 6) remplir le formulaire de proposition et l'envoyer ;
- 7) remplir le permis de modification de cours d'eau et l'envoyer au Ministère des Affaires municipales et de l'Environnement (MAMENB). On peut se procurer la trousse de demande de modification d'un cours d'eau en s'adressant au MAMENB ;

D PREPARATION POSTERIEURE A L'APPROBATION DES TRAVAUX (hiver/printemps, année 2)

- 1) obtenir l'aide des spécialistes de la biologie aquatique;
- 2) préparer une liste de contrôle des matériaux et de l'outillage;
- 3) organiser les matériaux et l'outillage, planifier le calendrier et les voies d'acheminement;
- 4) fixer la date des travaux;
- 5) faire appel à la main-d'oeuvre bénévole;
- 6) prendre des dispositions pour les premiers soins sur le lieu de travail (par exemple, l'ambulance Saint-Jean ou un autre personnel bien entraîné, fournitures de premiers soins, transport à l'hôpital) et confier à une personne le soin de s'assurer que les consignes de sécurité sont observées (vêtements de travail appropriés, gants, casques, etc.);
- 7) morceler les tâches en portions faciles à gérer;
- 8) former des équipes de travailleurs;
- 9) affecter les équipes à des tâches bien précises;
- 10) organiser la journée de travail. N'oubliez pas de distribuer vivres, eau, café ou thé;
- 11) préparez-vous à l'imprévu;
- 12) informer les médias locaux de votre entreprise.

E. MISE EN OEUVRE - EXECUTION! (été/automne, année 2)

- 1) prendre des photographies avant, pendant et après;
- 2) à la fin de la journée, vérifier minutieusement les travaux effectués;
- 3) indiquer à chacun la prochaine journée de travail;

F. SUIVI (automne, année 2)

- 1) terminer les tâches laissées en suspens;
- 2) vérifier les effets des travaux;
- 3) rédiger et présentez un rapport au MPO ;
- 4) chaque année, après la crue nivale du printemps, vérifier les structures et effectuer l'entretien nécessaire.

Voici qui termine la section exposant l'information de base nécessaire pour réussir votre projet. Vous n'avez plus qu'à consulter les fiches documentaires qui suivent pour choisir les techniques qui s'appliquent dans votre situation.

REMERCIEMENTS

Ce manuel est en grande partie une compilation de données et une adaptation de travaux précédents et il se fonde très largement sur l'ouvrage classique de White et Brynildson (1967) sur les cours d'eau du Wisconsin. Nous désirons remercier tout particulièrement Jerry Smitka, du ministère ontarien des Ressources naturelles, qui nous a permis d'utiliser comme guide le Community Fisheries Involvement Program Field Manual.

Pour adapter ce manuel aux conditions du Nouveau-Brunswick, il a fallu faire appel à la compétence de nombreuses personnes. Nous tenons à remercier chaleureusement Tim Lutzac, Ross Alexander, Denis Haché, John Gilbert, Mark Hambrook, Dave Morantz, Bob Rutherford, Barry Sabeau et Perry Swan, qui nous ont fait partager leurs connaissances scientifiques. D'autres ont contribué d'une manière inestimable à la réalisation du projet: John Legault, le magicien de l'informatique, Mélanie Nolan, la spécialiste de la plume, ainsi que Chris Morry et Patrice LeBlanc, nos indéfectibles compagnons de parcours.

La première adaptation des techniques aux conditions hydrologiques du Nouveau-Brunswick a été l'oeuvre de Washburn and Gillis, de Frédéricton. La Plume de la Côte Nord et Graffix Traffic se sont chargés du graphisme.

Enfin, nous avons pu concevoir et produire ce manuel grâce à l'impulsion financière de l'Accord corollaire Canada-Nouveau-Brunswick sur le développement de la pêche - Projet d'amélioration de l'habitat du poisson - adopté dans le cadre de l'Entente de développement économique et régional (EDER). Cette édition révisée n'aurait pu voir le jour sans la générosité de Larry Anthony et du Groupe de gestion de l'habitat à Ottawa.

RÉFÉRENCES

- Blouin, Glen, 1984, Arbustes des Bois - La flore méconnue du Nouveau-Brunswick, Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, Saint-Jean, Nouveau-Brunswick.
- Binns, N. Allen, 1986, Stabilizing Eroding Stream Banks in Wyoming, A Guide to Controlling Bank Erosion in Streams Wyoming Game and Fish Department, Cheyenne, Wyoming.
- Gilbert, John C., 1978, Large scale experimental salmonid nursery area habitat improvement, Big Tracadie River, New Brunswick, Ministère des Ressources naturelles et de l'Energie du Nouveau-Brunswick, Bulletin d'information sur les pêches no 1, 23p.
- Gouvernement du Canada, Ministère des Pêches et des Océans, et Province de la Colombie-Britannique, Ministère de l'Environnement, 1980, Stream Enhancement Guide, Vancouver, Colombie-Britannique, 82p.
- Gray, Donald H., et Andrew T. Leiser, 1982, Biotechnical Slope Protection and Erosion Control, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Houde, Benoît et Gisèle Bertrand, 1986, Liste des plantes riveraines recommandées, Gouvernement du Québec.
- Hubbs, Carl C., 1932, Methods for the Improvement of Michigan Trout Streams, University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- Hynes, H.B.N. 1979. The Ecology of Running Waters. 4th Edition. Liverpool University Press. Great Britain.
- Leopold, L.B., M.G. Gordon, and J.P. Miller. 1964. Fluvial Processes in Geomorphology. W.H. Freeman and Co., San Francisco, California.
- Marie-Victorin, Frère, 1947, Flore Laurentienne, Les Frères des Ecoles Chrétiennes, Montréal (Québec).

- McKay, Sheila et Paul Catling, 1979, *Trees, Shrubs, and Flowers to Know in Ontario*, J.M. Dent and Sons (Canada) Limited, Oshawa (Ontario).
- Meister, J.P., 1986, *Specifications for Establishing a Nursery for Native Plants in New Brunswick within the Framework of the Fish Habitat Improvement Program*, Rapport d'expert du MPO.
- Michigan Department of Conservation, Fish Division, *Construction of Rock Deflectors for Trout*, Michigan.
- Miller, J. G. et R. Tibbott, 1983, *Fish Habitat Improvement for Streams*, Pennsylvania Fish Commission, Pennsylvanie.
- Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Direction des ressources en eau, 1985, *Watercourse Alteration Technical Guidelines*, Fredericton, Nouveau-Brunswick.
- Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984, *Community Fisheries Involvement Program, Field Manual, Part 1: Trout Stream Rehabilitation*, Ontario Queen's Printer, Toronto (Ontario).
- Morisawa, M. 1968. *Streams: their dynamics and morphology*. McGraw-Hill Inc. United States of America.
- Otis, Maurice B., 1958, *Guide To Stream Improvement*, N.Y. State Department of Environment, Conservation Information Leaflet, New York.
- Paquet, Gilles, 1983, *Techniques de construction de barrages dans les petits cours d'eau*, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec.
- Paquet, Gilles, 1984, *Guide d'amélioration, de construction et de restauration d'abris pour les poissons dans les petits cours d'eau*, Dépôt légal: 4e trimestre, 1984, Bibliothèque nationale du Québec.

- Paquet, Gilles, 1986, Lignes directrices pour l'amélioration et la restauration de l'habitat du poisson dans les petits cours d'eau, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec.
- Parker, Sybil P. (Rédacteur en chef), 1984, Dictionary of Scientific and Technical Terms, 3e édition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Programme Berges neuves, 1985, Guide technique de mise en valeur du milieu aquatique, Ministère de l'Environnement du Québec, Québec.
- Reeves, G.H., et T.D. Roelofs, 1982, Influence of Forest and Rangeland Management on Anadromous Fish Habitat in Western North America, Rehabilitating and Enhancing Stream Habitat, Part 2, Field Applications, United States Department of Agriculture, Forest Service, Anadromous Fish Habitat Program, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PNW-140.
- Roland, A.E. et E.C. Smith, 1969, The Flora of Nova Scotia, The Nova Scotia Museum, Halifax (Nouvelle-Ecosse).
- Scott, W. B. and E.J. Crossman. 1979. Freshwater Fishes of Canada. 3rd. Edition. The Bryant Press Ltd. Canada.
- Schnick, Rosalie A. et al., 1982, Mitigation and Enhancement Techniques for the Upper Mississippi River and Other Large River Systems, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Resource Publication 149, Washington, D.C.
- Seehorn, Monte E., 1985, Fish Habitat Improvement Handbook, U.S. Forest Service, Southern Region, Atlanta, Georgie, Publication technique R8-TP7.
- Stream Renovation Guidelines Committee, 1983, Stream Obstruction Removal Guidelines, The Wildlife Society, American Fisheries Society and Association internationale des agences du poisson et de la faune sauvage.
- Toews, D.A.A. et M.J. Brownlee, 1981, A Handbook for Fish Habitat Protection on Forest Lands in British Columbia, Ministère des Pêches et des Océans, Vancouver (Colombie-Britannique).

United States Department of Agriculture, Forest Service, 1969, Wildlife Habitat Improvement Handbook, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, FSH-2609-11.

United States Department of the Interior, 1968, Stream Preservation and Improvement, Washington, D.C., Manual 6760.

United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1979, Restoration of Fish Habitat in Relocated Streams, Washington, D.C., FHW-IP-79-3.

Washburn and Gillis Associates Ltd., 1986, Preliminary Proposed Fish Habitat Improvement Techniques, 404, rue Queen, Frédéricton (Nouveau-Brunswick), Rapport d'expert du MPO.

White, Ray J. et Oscar M. Brynildson, 1967, Guidelines for Management of Trout Stream Habitat in Wisconsin, Department of Natural Resources, Division of Conservation, Madison, Wisconsin, Bulletin technique no 39.

Wingate, P.J. et autres, 1979, Guidelines for Mountain Stream Relocation in North Carolina, North Carolina Wildlife and Resources Commission, Division of Inland Fisheries, Caroline du Nord, Rapport technique no 1.

LEXIQUE

AFFOUILLEMENT: érosion graduelle ou rapide de particules, sur les parois ou le lit d'un canal, causée par la butée du courant.

ALEVIN (frai en sac): stade de développement d'un embryon de salmonidé, allant de l'éclosion à l'absorption du sac vitellin.

ALIMENTATION PROVENANT D'UNE SOURCE: le fait d'être approvisionné avec de l'eau souterraine, chaude ou froide, pure ou minéralisée.

ALLUVIONNEMENT: dépôt, sur le lit d'un cours d'eau, des matières détachées par l'érosion.

ANADROME: se dit des poissons qui se reproduisent en eaux douces, puis migrent vers des eaux salées ou saumâtres pour y croître pendant une partie de leur cycle de vie. C'est habituellement dans de telles eaux qu'ils parviennent à maturité.

BASSIN HYDROGRAPHIQUE: surface concave (vallée) recueillant les précipitations dans un cours d'eau; souvent confondu avec la ligne de partage des eaux.

BORD DE RIVIERE: chacune des rives longeant une nappe d'eau. **ENROCHEMENT:** fondation ou mur construit de roches brisées ou de billes; le mur ainsi construit peut être de conception soit improvisée, soit prédéterminée.

CANAL: dépression longue et étroite, en pente et formant un creux, permettant l'écoulement d'un cours d'eau naturel.

CANAL ENTRELACE: canal qui se divise en plusieurs canaux, lesquels se rejoignent, puis se divisent de nouveau; il peut s'agir de l'ajustement d'une charge de débris trop importante pour être transportée par le canal unique.

COURS D'EAU: ruissellement dont le débit dure toute l'année ou une partie de l'année et qui s'écoule dans un canal bien défini montrant des signes d'affouillement et d'abrasion.

DEBIT D'UN COURS D'EAU: volume écoulé par unité de temps; on calcule le débit en volume par seconde, par exemple en pieds cubes ou en mètres cubes par seconde.

DECLIVITE: voir pente.

DEFLECTEUR: structure triangulaire construite dans un cours d'eau pour dériver les eaux; l'endroit ainsi créé est plus profond, plus étroit et il peut s'y ajouter une fosse.

ENCOFFREMENT: structure faite de billes placées verticalement et horizontalement, ce qui permet de stabiliser la rive et de constituer un refuge pour le poisson.

ENGRAIS: matière chimique ou organique utilisée pour enrichir le sol. TOILE FILTRANTE: matériau granuleux ou étoffe tissée servant à enrayer l'érosion.

ENSEMENCEMENT HYDRAULIQUE: le fait de déverser sous pression un mélange de graines, d'engrais et de paillis à travers le tuyau et l'ajutage d'un semoir hydraulique; on emploie ce procédé pour la stabilisation des rives.

ENVIRONNEMENT: ensemble des facteurs susceptibles de produire des effets sur les organismes vivants et sur les activités de l'homme.

EROSION: désagrégation de la surface terrestre par l'action du vent, de l'eau, de la gravité et de la glace.

ESTUAIRE: nappe d'eau semi-fermée, rattachée naturellement à l'océan, dans laquelle l'eau de mer se dilue dans une proportion mesurable avec l'eau douce provenant de l'écoulement des eaux de surface.

FOSSE: nappe d'eau de grande profondeur en comparaison de la taille du cours d'eau; en général, l'eau des fosses s'écoule lentement et elle présente une surface lisse, mais les fosses comportent souvent, à l'endroit où l'eau s'y déverse, une section où le courant est rapide et impétueux.

FRAI: jeunes poissons après qu'ils se sont nourris des sacs vitellins et qu'ils ont commencé à chercher leur nourriture; cette période dure environ un an.

GABION: panier en fil de fer galvanisé, dont le sommet est amovible; le panier, rempli de cailloux choisis, sert à stabiliser les rives afin d'enrayer l'érosion dans les cours d'eau et d'empêcher le gravier du cours d'eau de se déplacer.

GALET: roche mesurant entre 8 cm et 25 cm (3 pouces à 10 pouces) de diamètre.

GALVANISE: se dit du métal enduit d'une couche de zinc, ce qui retarde la corrosion et prolonge sa durée de vie.

GRAVIER: cailloux dont le diamètre se situe entre 0,2 cm (1/8 de pouce) et 8 cm (3 pouces).

HABITAT: environnement nécessaire à un organisme pour qu'il conserve toutes ses fonctions vitales; dans un cours d'eau, l'habitat du poisson comprend la nourriture, l'espace, l'abri et la qualité de l'eau.

HABITAT D'ALEVINAGE: habitat nécessaire pour les jeunes poissons; on le trouve en général près des frayères importantes, il est relativement peu profond comparativement à l'habitat des poissons parvenus à maturité et il comprend de nombreux petits abris pour les jeunes poissons; les branchages et la rocaille que l'on trouve le long des bords peu profonds et rapides des cours d'eau constituent d'excellents endroits pour les jeunes salmonidés parce qu'ils leur donnent toute la protection nécessaire contre les autres poissons et animaux, tout en étant voisins des principales sources de nourriture.

HABITAT D'ELEVAGE: voir habitat d'alevinage.

HABITAT DE FRAYERE: la plupart des espèces de salmonidés préfèrent frayer dans les endroits où il y a des roches, de la rocaille et du gravier; le frai se déroule habituellement aux endroits où le courant est de modéré à fort, c'est-à-dire aux endroits situés sous les fosses et les rapides, ou encore dans les seuils.

HAUTES EAUX: niveau d'eau par lequel seul est rempli le cours d'eau, et non la plaine inondable; c'est le niveau normal de l'eau lorsque les précipitations ne sont ni excessives ni insuffisantes.

INONDATION: débordement des rives d'un cours d'eau.

JEUNES POISSONS: poissons dont la maturité n'est pas suffisante pour frayer.

LARGEUR D'UN COURS D'EAU: distance qui sépare les rives plantées de végétaux; elle se calcule perpendiculairement à la direction générale du courant.

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX: surface convexe, telle une montagne ou une colline, qui, à partir d'un point ou d'une crête, éparpille l'eau en plusieurs cours d'eau, lesquels peuvent constituer sa limite;

souvent confondue avec "bassin hydrographique", surface concave recueillant les précipitations pour former un cours d'eau.

LIMON: fines particules de terre (plus fines que le sable).

LIT D'UN COURS D'EAU: fond du cours d'eau, sous la surface habituelle de l'eau.

MARAIS: région de terre molle, humide ou périodiquement inondée, souvent sans arbres et recouverte d'herbages et d'autres plantes de petite taille.

MARMITE DE GEANTS: cuvette creusée dans le lit des cours d'eau sous l'action des cascades.

MEANDRES: sinuosités que présente un cours d'eau dans une plaine inondable, sous l'effet de l'érosion, du charriage ou du dépôt d'alluvions.

METTRE EN VALEUR: améliorer; on parle de mise en valeur lorsqu'on ajoute des refuges dans les cours d'eau ou lorsque l'on aménage des frayères.

NAPPE PHREATIQUE: nappe d'eau souterraine, présente dans les strates poreuses et dans les sols.

NID: nid de gravier dans lequel les salmonidés déposent leurs oeufs.

OBSTACLE: toute structure empêchant le mouvement du poisson; interruption d'une remonte ou obstruction du passage des poissons des aires d'élevage aux aires de développement.

PAILLIS: couverture de protection, par exemple de la paille, étalée sur le sol pour réduire l'évaporation et l'érosion, enrayer la pousse des mauvaises herbes ou améliorer le sol.

PENTE: inclinaison par rapport au plan de l'horizon; on l'exprime en général sous forme de rapport, par exemple 1/25 ou encore 1 sur 25, ce qui signifie une unité d'augmentation verticale pour 25 unités de distance horizontale. Il peut s'agir également d'une fraction décimale (0.04) ou d'un pourcentage (4 pour cent).

PLAINE INONDABLE: étendue plate bordant un cours d'eau ou une rivière et inondée au moment des hautes eaux. Les éléments qui la composent comprennent surtout des matériaux non stabilisés provenant des alluvions transportées par le cours d'eau.

POISSON ADULTE: poisson parvenu à maturité et apte à frayer.

PONCEAU: canal recouvert ou tuyau de grand diamètre faisant passer un cours d'eau au-dessous du niveau du sol.

QUALITE DE L'EAU: terme générique évoquant certaines propriétés de l'eau; il s'agit en général de caractéristiques chimiques, physiques et biologiques, mais également de la température de l'eau.

RAPIDE: partie d'un cours d'eau où le courant est de modéré à rapide, dans un canal plus profond et plus étroit qu'un seuil; la profondeur des rapides et les matériaux que l'on y trouve en font d'excellents refuges pour les salmonidés.

REFUGE: dans un cours d'eau, abri offrant aux organismes aquatiques une protection contre les prédateurs ou bien constituant une aire de repos et de préservation des forces.

REMISE EN ETAT: restauration ou reconstruction de l'habitat détérioré du poisson ou de la qualité de l'eau.

REVETEMENT: perré incliné construit pour protéger la terre ou les nouvelles berges d'une rivière contre l'érosion produite par les vagues, les courants ou les intempéries; les revêtements sont en général placés parallèlement à la rive naturelle de l'eau.

RIVAGE: bande étroite de terre le long d'un cours d'eau, y compris la zone située entre la ligne des basses eaux et la ligne des hautes eaux.

RIVES D'UN COURS D'EAU: les talus qui bordent le canal d'un cours d'eau; pour savoir quelle rive est la rive droite et quelle rive est la rive gauche, il faut se tourner vers l'aval.

RIVE EXTERIEURE: rive concave d'une courbe de rivières; concave signifie courbée, comme l'intérieur d'une boule creuse.

RIVE INTERIEURE: rive convexe, dans une courbe de rivière; convexe signifie courbée en dehors, comme la surface d'une sphère.

RIVIERE: cours d'eau naturel, de grande importance, formé d'eau douce, dont le débit est permanent ou saisonnier et qui se jette dans une mer, un lac ou une autre rivière d'un canal défini.

RUISSELLEMENT: écoulement superficiel des eaux de pluie vers une nappe d'eau de surface (par exemple, lac ou rivière) sans pénétrer la nappe phréatique.

ROCAILLE: voir galet.

ROCHE DE FOND: toute roche exposée dépourvue de dépôt superficiel.

SABLE: particules de roches cristallines, dont le diamètre se situe entre 0,0625 mm et 2 mm (0,0025 pouce à 0,08 pouce).

SALMONIDES: famille de poissons téléostéens, comprenant le saumon, la truite, l'omble, le corégone et l'ombre.

SEUILS: eaux peu profondes dont le courant est rapide et la progression entravée par du gravier ou de la rocaille.

STABILISATION DES RIVES: elle permet d'enrayer l'érosion des rives.

SUBSTRAT: matériaux formant le lit d'un cours d'eau; il s'agit en général de roches de fond, de boulders, de rocaille, de gravier, de sable et de limon.

THALWEG: ligne de profondeur maximum d'une rivière ou d'un cours d'eau; le thalweg suit en principe les méandres successifs le long du canal.

TURBULENCE: mouvement irrégulier de l'eau, ou tourbillons.

VEGETATION: plantes ligneuses ou non ligneuses; il s'agit ici des plantes utilisées pour stabiliser les rives et les bords de rivière et pour retarder l'érosion.

VITESSE: mesure de la distance parcourue au cours d'une certaine période (par exemple, pieds ou mètres par seconde).

3.0 FICHES DOCUMENTAIRES

FICHE DOCUMENTAIRE - A - DÉBLAIEMENT DES COURS D'EAU

REVISION: 03-91

*** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES

1.0 DESCRIPTION

L'accumulation de divers types de débris dans les cours d'eau du Nouveau-Brunswick est depuis longtemps une préoccupation majeure. Nos cours d'eau sont jonchés de toutes sortes de détritus, de souches et de branches d'arbres, de rochers et de limon, de carrosseries de voitures et de cannettes de métal. A première vue, la suppression intégrale de tous ces objets semble s'imposer. Mais la solution n'est pas aussi simple. Bien sûr, il faut enlever toutes les substances anormales, comme le métal et les plastiques, si l'on veut conserver un habitat aquatique sain. Des quantités excessives de débris ligneux peuvent constituer des obstacles à la migration du poisson, abaisser la teneur en oxygène de l'eau, produire des amoncellements de limon, diminuer le courant ou entraîner des inondations en amont. Par contre, certains débris naturels, comme les troncs et les branches d'arbres, jouent un rôle essentiel (voir figure A-1). De tels débris ligneux constituent des abris pour de nombreux poissons, comme les salmonidés, et ils sont le début d'une chaîne alimentaire puisqu'ils constituent un milieu propice aux insectes aquatiques dont se nourrit le poisson.

La question de l'élimination des débris se complique davantage par le fait que la suppression d'un amoncellement de billes, par exemple, peut entraîner l'évacuation, vers l'aval, d'importantes quantités de limon dont il obstruait le passage, éliminant du même coup les frayères et emportant le frai.

Il faut, avant de prendre des mesures pour supprimer les débris, évaluer chaque cas individuellement. Nous vous recommandons de consulter le spécialiste local de la biologie aquatique ou encore le agent des pêches local, avant d'entreprendre des travaux de suppression des débris, afin d'obtenir une évaluation professionnelle des répercussions possibles, négatives ou positives, de votre projet.

2.0 OBJET

L'élimination des débris d'un cours d'eau permet au poisson de se rendre aux réserves de nourriture, aux aires d'élevage et aux frayères d'amont, accroissant ainsi l'habitat dont dispose le poisson. Au surplus, elle empêchera les fluctuations extrêmes de température (mortelles pour le poisson) et contribuera à maintenir un niveau élevé d'oxygène dans l'eau. L'élimination des débris présente également des avantages physiques pour le cours d'eau. Elle peut empêcher les dérivations du cours d'eau et enrayer l'érosion des rives, et elle permet aux courants naturels du cours d'eau d'extirper du lit les dépôts de limon et de débris.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

On devrait songer à des travaux d'élimination des débris des cours d'eau dans les cas suivants:

- a. Les débris obstruent le passage du poisson.
- b. Le limon et les débris entravent le débit du cours d'eau.
- c. La formation d'étangs au-dessous des débris entraîne des inondations en amont et réduit le courant en aval. Des courants plus faibles peuvent conduire à un réchauffement de l'eau durant l'été, à une embâcle durant les mois d'hiver et à une diminution des niveaux d'oxygène durant toutes les saisons.
- d. Des barrages qui ne servent pas, qu'ils soient construits par l'homme ou par les castors, entravent le débit du cours d'eau et empêchent le passage du poisson.
- e. Il y a une accumulation de débris ligneux et de limon sur le lit du cours d'eau. Cette accumulation, si elle n'est pas enlevée, étouffera les oeufs, le frai et les insectes aquatiques, rendra l'eau trouble et fera disparaître le poisson.
- f. Les amoncellements de roches accroissent la vitesse de l'eau sur leurs crêtes, ce qui entraîne une cascade impraticable pour le poisson qui migre.
- g. Les amoncellements de billes ou de roches sont susceptibles de modifier la direction du courant (ce qui peut conduire à une érosion des rives en aval).
- h. La vitesse du courant n'est pas suffisante pour que les débris s'enlèvent d'eux-mêmes.

NOTE: L'élimination des débris peut s'imposer non seulement dans les cours d'eau, mais encore dans les lacs et dans les rivières où reposent des quantités excessives de débris.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

4.1 Recommandations générales

- a. On ne devrait entreprendre aucun ouvrage dans un cours d'eau ailleurs qu'aux endroits précis où l'on a repéré un problème. Ne jamais entreprendre le nettoyage complet de toute une section d'un cours d'eau (il faut se garder d'enlever tous les débris). Avant de commencer les travaux, faire l'étude du cours d'eau et consulter un spécialiste afin de définir le problème, la quantité de débris à éliminer et la façon de les éliminer. Il faut également au préalable obtenir l'autorisation du propriétaire et du gouvernement.
- b. Il est illégal d'enlever les barrages de castors. Si les problèmes résultent d'un ou de plusieurs barrages de castors construits dans votre cours d'eau, il faut que vous demandiez au Ministère des Ressources naturelles et de l'Energie du Nouveau-Brunswick l'autorisation de les enlever. C'est là une question qui relève entièrement de sa compétence. Pour des renseignements complémentaires, se référer à la Loi sur le poisson et la faune du Nouveau-Brunswick.
- c. Eviter de perturber le lit et les rives du cours d'eau. Si des dommages sont causés à la végétation voisine du cours d'eau, ou si la rive est dénudée, il convient de planter une nouvelle végétation (voir fiche documentaire B). Limiter les travaux à une seule rive.
- d. Ne pas utiliser un matériel lourd près du cours d'eau, sauf si c'est absolument nécessaire (par exemple, pour l'enlèvement d'arbres extrêmement gros). La plupart des arbres et des pierres de faibles dimensions peuvent être enlevés à l'aide de quelques dos costauds, aidés d'une cale et d'un palan, de leviers ou de treuils (des treuils à bras ou ceux que l'on trouve sur les véhicules), ou encore à l'aide d'un petit bateau à moteur.
- e. Si un matériel lourd est nécessaire, il faut le spécifier dans la demande de permis et s'assurer d'avoir obtenu la permission de le faire. Choisir minutieusement les voies d'accès. Utiliser les routes si possible et éviter les endroits très boisés. Tout dommage au bois, à la plaine inondable ou aux rives du cours d'eau peut entraîner un grave problème d'érosion.
- f. Les éliminations partielles sont en général plus efficaces que les éliminations totales, puisqu'elles réduisent les probabilités d'inondation et d'accumulation de débris en aval des travaux.
- g. L'époque à laquelle vos travaux sont entrepris est crucial! Ne jamais travailler sur un cours d'eau durant la saison de frai ou durant les périodes d'incubation, les formations de limon en aval pouvant causer la destruction des oeufs et du frai.
- h. S'il y a des populations de poisson en aval de vos travaux, il convient de prendre des mesures pour enlever le limon ou empêcher qu'il ne soit emporté, afin de réduire le mouvement du limon en aval.

4.2 Matières à enlever

a. Il convient d'enlever les arbres morts ou en piteux état, ainsi que les arbres qui penchent beaucoup sur l'eau, le long des rives, et qui semblent sur le point d'y tomber. On évitera ainsi la formation de dépôts limoneux et les obstacles au passage du poisson. Laisser les souches et les racines telles quelles, afin d'empêcher l'érosion des rives. Certains des arbres que vous coupez peuvent être réinstallés parallèlement à la rive du cours d'eau pour devenir des refuges. Rappelez-vous que tous les arbres morts, inclinés ou en mauvais état, ne seront pas nécessairement source de problèmes plus tard!

b. Enlever toutes les substances anormales (par exemple, les métaux et les plastiques) du lit et des rives du cours d'eau. Il pourra s'agir de pneus, de carrosseries d'automobiles, de bouteilles et de débris de papier et de plastique (assurez-vous d'en disposer dans un terrain d'enfouissement sanitaire et de ne jamais brûler ces substances!).

c. Enlever les accumulations d'alluvions suffisamment importantes pour faire obstacle au courant. Il vaut mieux ne pas remuer les accumulations plus petites, afin d'éviter de rendre l'eau trouble.

d. Enlever ou réarranger les accumulations de débris qui causent ou qui peuvent causer de graves problèmes de courant ou encore obstruer le passage du poisson (par exemple, les billes placées en travers sur le cours d'eau peuvent être replacées parallèlement à la rive et servir d'abris pour le poisson). Ne pas déplacer les billes qui n'enjambent pas le canal. N'enlever que la moitié des billes qui enjambent le canal. Laisser chaque partie sur place afin d'empêcher l'érosion des rives et de fournir un abri au poisson.

e. Il vous faudra peut-être enlever les accumulations de gravier, de galets et de rochers, si elles sont assez importantes pour ralentir le courant ou constituer un barrage ou une cascade. C'est là une opération qui doit être évaluée selon ses propres éléments, par une personne qualifiée. Les tas de roches isolés causent rarement des problèmes et on ne devrait pas les enlever.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

a. Comme pour tous les travaux d'amélioration de l'habitat, il convient de planifier vos travaux soigneusement et de suivre une méthode systématique. Comme on l'a mentionné précédemment, il faut procéder à l'étude du cours d'eau et consulter un spécialiste de la biologie aquatique pour savoir où enlever des débris et quelle quantité enlever.

- b. Choisir l'endroit. La longueur de la section du cours d'eau ne devrait pas dépasser 100 mètres (330 pieds).
- c. Commencer les travaux à la section la plus basse du chantier et travailler vers l'amont. Si l'on commence les travaux en amont, les débris déplacés seront charriés vers l'aval, ce qui aggravera les accumulations en aval et augmentera le travail à faire.
- d. Couper les racines des arbustes et des petits arbres qui se trouvent dans le cours d'eau, à l'aide d'une hachette, d'une scie ou d'une cisaille. (Il est recommandé de ne pas utiliser de tronçonneuse dans l'eau! Le lit du cours d'eau peut être glissant ou instable). Enlever les matières du cours d'eau.
- e. Enlever les brindilles et les débris lâches enroulés autour des billes sur le fond du cours d'eau. Si les billes n'enjambent pas le canal et qu'elles ne pourrissent pas, les laisser dans le cours d'eau. Elles constitueront un bon abri pour le poisson une fois qu'elles seront débarrassées des accumulations de débris.
- f. Enlever les billes mortes et non fixées qui se trouvent près de la surface de l'eau.
- g. Enlever les obstacles évidents (par exemple, amoncellements de roches et de billes) qui peuvent obstruer le cours d'eau, empêchant le passage du poisson ou entraînant la formation de dépôts limoneux. Commencer les travaux au centre du cours d'eau et les poursuivre vers l'une ou l'autre des rives.
- h. La meilleure façon d'enlever les amoncellements de billes ou d'arbres de grandes dimensions consiste à utiliser un équipement forestier. Si l'on ne dispose pas d'un tel équipement, on peut faire disparaître l'amoncellement en utilisant la force musculaire et en s'aidant de scies mécaniques. Enlever les matières du ruisseau à l'aide d'un véhicule (à quatre roues motrices) équipé d'un treuil. Un matériel plus important sera peut-être nécessaire pour les gros rochers qui obstruent le cours d'eau.
- i. Lorsque vous aurez bien éclairci la section du cours d'eau en question, arrêtez-vous. Laissez faire le courant. Il devrait parvenir à extirper la plupart des débris en suspension qui restent. Retournez sur les lieux deux ou trois jours plus tard pour évaluer l'état du cours d'eau. Si le fond original du cours d'eau est parfaitement visible, votre travail est terminé. Mais si de nouvelles billes sont apparues ou si vous n'arrivez encore pas à voir le fond du cours d'eau, il faut alors répéter l'opération ci-dessus.

j. Il faut éloigner de l'endroit tous les débris enlevés et en disposer (par exemple, les brûler, les enterrer ou les empiler), afin qu'ils ne puissent retourner dans le cours d'eau. Evitez de brûler les matériaux contenant du plastique ou des préservatifs, comme le créosote. Assurez-vous de ne pas faire de feu durant les périodes critiques pour les feux de forêt et d'éteindre les braises avant de quitter le site.

k. Si vos travaux ont eu pour résultat de dénuder les rives du cours d'eau, assurez-vous d'y planter une nouvelle végétation (voir fiche documentaire B).

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Vous devriez vérifier la section du cours d'eau périodiquement pendant deux ou trois ans. Il faut enlever les débris qui se sont accumulés de nouveau, ainsi que les matières en suspension qui sont susceptibles de former un nouvel obstacle. Enlever également les détritus qui jonchent les rives. Vérifier les rives pour s'assurer qu'elles sont encore stables et que la végétation que l'on y a plantée s'y est bien fixée.

7.0 FACTEURS DE COUT

Les travaux d'enlèvement des débris sont peu coûteux, à condition qu'ils ne nécessitent pas l'utilisation d'un équipement lourd. Les coûts porteront sur la tronçonneuse, le carburant, l'équipement de sécurité et la location (si nécessaire) de l'équipement forestier. Si un équipement lourd est nécessaire, les coûts du projet pourront atteindre plusieurs milliers de dollars.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

- a. elle permet de dégager les voies migratoires du poisson;
- b. le fait de dénuder le gravier et les rochers du fond du cours d'eau encourage le repeuplement de l'endroit par les poissons et les insectes aquatiques;
- c. la taille et la diversité des populations de poissons augmenteront;
- d. l'accroissement du débit éliminera les dépôts limoneux;
- e. la largeur du canal du cours d'eau diminuera, parfois jusqu'à un tiers;
- f. la température de l'eau pourra baisser, rendant ainsi le cours d'eau mieux adapté à la vie aquatique;
- g. un courant plus rapide entraînera des niveaux d'oxygène plus élevés dans l'eau, ce qui est également bon pour le poisson.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

- a. l'enlèvement des obstacles peut demander beaucoup de travail;
- b. un entretien occasionnel est nécessaire si l'on veut éviter que les débris ne s'accumulent de nouveau;
- c. l'enlèvement du limon peut nuire à l'habitat en aval;
- d. un habitat sain peut être détruit accidentellement par les travailleurs;
- e. les obstacles qui se trouvent dans le cours d'eau permettent de séparer les populations de poissons. Si on les enlève, il peut en résulter une concurrence néfaste entre espèces.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

A la fin des années 1970 et au début des années 1980, le Ministère des Pêches et des Océans a parrainé un certain nombre de travaux d'enlèvement des débris et des obstacles se trouvant dans la rivière Bartholomew, au Nouveau-Brunswick. Un barrage qui ne servait plus, vestige d'une vieille entreprise d'exploitation forestière, entravait le courant à la naissance de la rivière. On a enlevé le barrage et on a éliminé les débris ligneux qui s'étaient accumulés pendant des années dans la retenue d'amont.

Au début des années 1980, la graphiose ravagea les ormes de la province. Des centaines de ces arbres immenses furent anéanties le long de la rivière Bartholomew, ce qui entraîna d'importantes obstructions tout au long du cours d'eau, suite à leur chute. Le MPO, aidé de plusieurs associations publiques, enleva les arbres du cours d'eau, ce qui permit d'empêcher la dérivation de celui-ci, ainsi que l'érosion des rives.

Depuis lors, on a procédé à plus de 30 programmes de nettoyage des cours d'eau au Nouveau-Brunswick. Des groupes comme l'Association du saumon de la rivière Miramichi, l'Association des pêcheurs et des chasseurs de Moncton, le Club de plein air de Miramichi et plusieurs autres, ont parrainé des projets qui ont été couronnés de succès sur la rivière Miramichi et la rivière Restigouche.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

Gouvernement du Canada, Ministère des Pêches et des Océans, 1980.

Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Direction des ressources en eau, 1985.

Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984.

Reeves, G.H. et T.D. Roelofs, 1982.

Stream Renovation Guidelines Committee, 1983.

FICHE DOCUMENTAIRE -A-
DEBLAIEMENT D'UN COURS D'EAU



LES ROCHERS ET LES BILLES QUI N'ENTRAVENT PAS LE COURANT DEVRAIENT ETRE CONSERVES COMME REFUGES POUR LE POISSON.

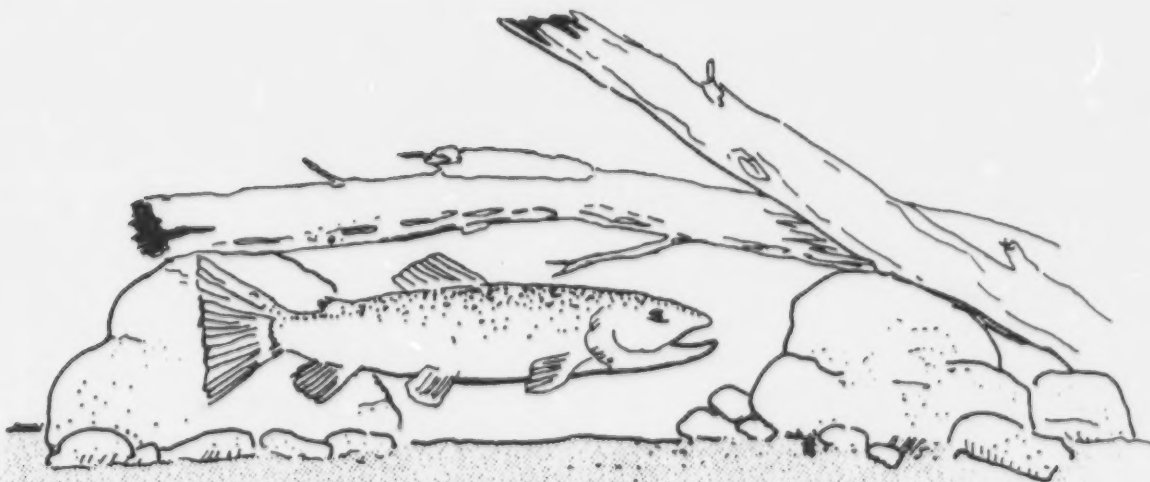


FIGURE A-1: GENRE DE DEBRIS CONSTITUANT DES REFUGES POUR LE POISSON.

FICHE DOCUMENTAIRE - B -
PLANTATION DE VÉGÉTAUX SUR LES RIVES

REVISION: 03-91

***** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES**

1.0 DESCRIPTION

La végétation qui borde une nappe d'eau stabilise la rive et améliore la qualité de l'eau. On devrait recourir à cette technique chaque fois que des travaux d'amélioration de l'habitat dénudent les rives d'un cours d'eau ou lorsque des activités antérieures ont entraîné une érosion. Ce qui est surprenant, c'est que les plantes suggérées ici sont dans certains cas plus efficaces que les structures spécialement conçues pour stabiliser les rives. On devrait toujours songer d'abord aux méthodes naturelles d'amélioration des cours d'eau, encore que des structures spécialement conçues soient plus indiquées lorsqu'il convient d'enrayer l'érosion immédiatement.

La présente fiche documentaire décrit les techniques employées pour planter des herbages et des arbres. On y décrit également les techniques spéciales de stabilisation des rives à l'aide de fagots et fascines.

2.0 OBJET

La végétation bordant les cours d'eau est importante pour les raisons suivantes:

- a. Les racines des végétaux stabilisent les rives du cours d'eau, ce qui permet de réduire l'érosion et les dépôts d'alluvions.
- b. Les racines et les branches pendantes des plantes, le long du bord de l'eau, constituent des abris pour le poisson.
- c. Les gros arbres donnent de l'ombre et réduisent l'ardeur des rayons solaires durant l'été.

- d. Les végétaux du bord de l'eau constituent une aire de repos et de reproduction pour les insectes, lesquels peuvent éventuellement tomber dans l'eau et constituer une nourriture pour le poisson.
- e. Les feuilles et les autres matières organiques qui tombent dans l'eau constituent une nourriture pour les insectes aquatiques et des éléments nutritifs pour les micro-organismes.
- f. Les végétaux du bord de l'eau ont une fonction esthétique et ils apportent nourriture et abri aux oiseaux et à la faune sauvage.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

On peut recourir à la plantation de végétaux sur le bord d'une étendue d'eau douce (par exemple, cours d'eau, rivières, lacs) ou sur le littoral d'une étendue d'eau salée (par exemple, estuaires, baies, océans), lorsque la végétation a disparu, soit en raison d'activités humaines (par exemple, agriculture, sylviculture, etc.), soit en raison du piétinement par le bétail.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

4.1 Recommandations générales

- a. Il est préférable que le bord de l'eau présente une pente stable. Sinon, il peut être nécessaire de régulariser ou de stabiliser la rive (voir tableau 4.1).
- b. Bien étudier l'endroit pour déterminer quelles espèces conviennent le long des rives du cours d'eau, compte tenu des conditions locales.
- c. Déterminer les objectifs de plantation pour savoir quelle combinaison d'herbages, de légumineuses, d'arbustes ou d'arbres on devrait planter. Par exemple:
 - i) couverture de surface - planter des herbages et des légumineuses
 - ii) couverture de surface donnant de l'ombre - planter des arbustes et des arbres
 - iii) végétaux favorisant l'alimentation du poisson - planter généreusement
- d. Pour s'assurer que la rive du cours d'eau ne supporte pas une végétation excessive, suivre les directives suivantes:
 - largeur du cours d'eau inférieure à 4,5 m (15 pi)
 - planter des herbages et des plantes annuelles

- largeur du cours d'eau allant de 4,5 à 9 m (de 15 à 30 pi)
- largeur du cours d'eau supérieure à 12 m (40 pi)

- planter plusieurs sortes d'arbustes de faible hauteur, à environ un mètre les uns des autres
- planter des arbustes et des arbres

e. Avant de déterminer les espèces végétales et les endroits où les planter, examiner le genre de sol, les conditions d'écoulement des eaux, le niveau des crues, la salinité de l'eau (le cas échéant), ainsi que la direction du vent et l'orientation du soleil.

Tableau 4.1 Guide pour la stabilisation des pentes.

Pente*	Technique	Intervention
0.5 : 1 instable	fagots et fascines	De telles pentes se maintiennent parfois sans intervention. Si le sol est instable, on doit réaménager la pente de la rive de façon à lui donner un angle plus faible.
1 : 1	installer des fagots, fascines	Les fagots et fascines peuvent être utilisés seuls ou bien combinés avec un enrochement.
2 : 1 stable	plantation de végétaux	L'application d'engrais et de semences peut alléger le sol. On devrait utiliser un paillis léger sur les sols arides.
4 : 1 stable	plantation de végétaux	Possibilité de culture à l'aide d'une machine. Epandre engrais et semences.

* Rapport de l'horizontale à la verticale

f. Si la rive présente une pente graduelle, les végétaux devraient être plantés sur une bande d'au moins 10 m (33 pi) de large, le long de la rive, au-dessus du niveau des crues (voir figure B-1).

i) sur les premiers 2 à 3 m (7 à 10 pi) au-dessus du niveau des crues, on devrait planter des espèces qui résistent aux inondations et aux dommages causés par la glace, comme l'aulne, le saule et le myrique beaumier (voir figures B-1 et B-2).

ii) les 7 ou 8 m suivants (23 à 26 pi) devraient être plantés d'arbustes, si possible de trois espèces (voir figure B-1).

g. Si la pente est abrupte, la largeur de la bande plantée le long de la rive devrait être supérieure à 10 m (33 pi). La largeur augmente en même temps que l'escarpement de la pente.

h. Si la rive a été stabilisée à l'aide d'un mur de soutènement, il convient de planter l'endroit longeant la base du mur, à moins qu'il ne soit situé sous le niveau des basses eaux.

i. Dans les embouchures de cours d'eau, on devrait choisir des herbages et des arbustes qui résistent à l'eau salée (par exemple, le myrique beaumier).

4.2 Choix des espèces végétales

De façon générale, la végétation des cours d'eau devrait comprendre une combinaison d'herbages, d'arbustes et d'arbres. Il faut planter en premier les herbages et les légumineuses. Celles-ci alimentent le sol en azote et, partant, facilitent la fixation des autres plantes. La plantation d'arbustes permet d'activer le processus naturel de la régénération et d'asseoir plus solidement le terrain. Les arbres donnent de l'ombre au cours d'eau et ne devraient être plantés que dans des sols stables. Les espèces suggérées dans le manuel ont été choisies en fonction de leur agressivité pour coloniser les sites et de la capacité de leur système racinaire à retenir les sédiments.

4.2.1 herbages et légumineuses

A l'appendice B-1 on suggère cinq combinaisons de graines herbacées. Les combinaisons 1, 2 et 3 devraient être semées à raison de 0,8 kg par 100 mètres carrés (90 kg à l'hectare). Les combinaisons 4 et 5 devraient être semées à raison de 1,3 kg par 100 mètres carrés (130 kg à l'hectare). L'hydrosemence peut être faite entre le dégel du printemps et la fin septembre. Les semailles à la volée devraient avoir lieu à la fin du printemps ou au début de l'été, lorsque la terre n'est ni trop humide ni trop sèche. On peut se procurer les espèces suggérées et les mélanges spécialisés de semences en s'adressant aux coopératives agricoles et aux grainiers. (Chacune des espèces est décrite à l'appendice B-2).

4.2.2 arbustes

Les espèces d'arbustes les plus indiquées pour arborer de nouveau les rives des cours d'eau sont énumérées à l'appendice B-3. En regard des espèces qui résistent aux inondations, figurent les conditions d'humidité du sol dans lequel elles croissent, ainsi que les méthodes de reproduction les plus indiquées. Les espèces d'arbustes énumérées au tableau B-2 ne résistent pas aux inondations et il faut donc les planter à l'écart du bord de l'eau. Chacune des espèces est décrite à l'appendice B-4.

Les arbustes devraient être plantés à moins d'un mètre les uns des autres. Il est conseillé de les planter en quinconce (voir figure B-3). Planter les arbustes profondément s'ils peuvent y gagner en humidité et bien tasser la terre tout autour. Le moment idéal pour transplanter des arbustes est le printemps, mais la culture en pots permet de reporter cette période à l'été. Les boutures devraient être plantées dès que possible après le dégel du printemps.

Sur les pentes escarpées ou abruptes, il faut utiliser une méthode spéciale de plantation. On utilise des arbustes pour faire des fagots et fascines, ainsi que des piquets (voir figure B-4). Installés le long de la pente, ils donneront dans trois ans une rive arborée. Au cours de la première année, les fascines prendront racine, soutenues par les piquets. Les fagots prendront racine au cours de la deuxième année, stabilisant davantage la rive. Durant la troisième année, la pente sera stabilisée et elle aura une apparence naturelle.

4.2.3 arbres

Les arbres devraient seulement être plantés aux endroits où le sol est stable: pas tout près du bord de l'eau, ni sur la crête d'une pente. En général, il est préférable de planter les arbres au-dessus de la ligne des crues (voir figure B-1). Lorsqu'on plante des arbres, il convient de suivre la ligne naturelle de croissance le long de la rive. On devrait les placer à au moins 5 mètres les uns des autres. Plusieurs espèces bien adaptées aux rives des cours d'eau sont l'érable rouge, l'érable à sucre, le peuplier baumier et le bouleau gris. Ces espèces résistent aux inondations. D'autres espèces acceptables, bien que non résistantes aux inondations, sont le bouleau blanc et le peuplier faux-tremble. Évitez d'utiliser des conifères, puisque leur système racinaire est peu profond et ne retient pas les sédiments.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

5.1 Description des techniques (voir figure B-4)

5.1.1 fascines

Les fascines devraient être faites à l'automne et conservées dans un endroit frais et humide au cours de l'hiver. Choisir des espèces dont les boutures prennent racine facilement, comme le saule ou le cornouiller stolonifère. Chaque fascine devrait avoir une longueur d'environ 30 cm (12 po) et présenter au moins un ou deux bourgeons. Fixez une fascine de la taille du poing à l'aide d'une élastique ou d'une ficelle. Les branches devraient toutes pointer dans la même direction.

5.1.2 fagots

Les fagots devraient, elles aussi, être ramassées durant l'automne, puis conservées pendant tout l'hiver. Choisir la même espèce que pour les fascines. Les tiges devraient être de 150 à 180 cm (de 5 à 7 pi) de long. Lier les fagots avec du fil de fer. Les fagots devraient pointer tantôt dans une direction, tantôt dans l'autre.

5.1.3 piquets

Choisir des aulnes et les couper sur une longueur de 60 à 90 cm (2 à 3 pi). Aiguiser leurs pointes avec une hache. Ce sont des piquets qui ne devraient pas pourrir rapidement, ni s'enraciner dans le sol (choisir de l'aulne ou du cèdre).

5.2 Application de la technique (voir figure B-4)

- a. Le travail devrait être exécuté au printemps.
- b. Terrasser la rive légèrement.
- c. Commencer au bas de la pente et faire une terrasse à la fois.
- d. Placer les piquets verticaux.
- e. Placer les piquets horizontaux, puis les attacher aux piquets verticaux à l'aide de fil de fer.
- f. Placer les fagots horizontalement le long de la pente.
- g. Les recouvrir de terre.
- h. Couvrir les fagots avec les fascines. Enterrer les fascines sur 12 à 15 cm (5 à 6 po) dans le sol.
- i. Couvrir partiellement avec de la terre.
- j. S'il faut une hauteur plus élevée, un deuxième fagot peut être ajoutée sur les piquets horizontaux. Cette opération sera exécutée entre les étapes d. et e.
- k. Poursuivre avec la terrasse suivante.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Il faut surveiller les sites pour voir dans quelle mesure la végétation ainsi plantée survit. Les plantes endommagées par les animaux ou anéanties par l'hiver devraient être remplacées.

7.0 FACTEURS DE COUT

Le coût total de l'opération sera surtout attribuable au prix des plantes et aux frais de transport. Le coût des travaux de culture pourra être important si l'on recourt à l'hydrosemence. Les plantes suggérées dans la présente fiche documentaire devraient bien s'établir, sans que l'on doive y consacrer beaucoup de soins.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

- a. Cette technique présente de nombreux avantages directs et indirects pour le poisson (par exemple, elle améliore la qualité de l'eau)
- b. Les ouvrages d'amélioration ont une apparence naturelle et ils se renouvellent par eux-mêmes.
- c. De nombreuses espèces végétales sont excellentes pour les oiseaux et la faune sauvage en général.
- d. Les ouvrages d'amélioration sont relativement faciles à exécuter.
- e. Les coûts de plantation sont faibles.
- f. Dans la plupart des cas, il ne sera pas nécessaire d'assurer un entretien à long terme.
- g. Les travaux ne nécessitent pas l'utilisation d'un équipement lourd.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

- a. Elle limite les autres utilisations qui pourraient être faites de la terre.
- b. Une mauvaise plantation peut faire plus de mal que de bien (par exemple, des arbustes plantés trop près du bord de l'eau peuvent donner trop d'ombre et entraîner l'accumulation de limon et de débris).
- c. Un certain entretien des endroits plantés peut être nécessaire. d. A certains endroits (par exemple, rives escarpées, courants très rapides), il se peut que l'on doive renforcer cette technique à l'aide de structures spéciales.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

Des travaux ont été exécutés par Pêches et Océans, en Nouvelle-Ecosse, sur le ruisseau Pinevale, un affluent de la rivière South. On a utilisé des roseaux pour stabiliser les endroits où du limon s'était

accumulé, près des structures en demi-ronds. Les graminées ont été semées à la main. Il a semblé très important d'utiliser des engrais pour bien fixer les herbages.

Des travaux d'ensemencement hydraulique ont été exécutés dans la région de Bathurst par le Ministère des Ressources naturelles et de l'Energie. Trois intersections de chemins et de cours d'eau ont étéensemencées d'une combinaison de fétuque rouge, de paturin des prés, de ray-grass, de foin fou et de trèfle rampant. Aucune préparation préalable du site n'a été effectuée. On a utilisé le semoir hydraulique pour épandre et recouvrir le mélange de semences, d'engrais et de pailis. L'opération a bien réussi à deux endroits. Au troisième, un endroit sablonneux ayant une pente de 30 degrés, elle n'a pas réussi. On s'est rendu compte que, pour les endroits où l'érosion est importante, il est nécessaire de bien préparer le terrain.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

- Bouin, Glen, 1984.
Houde, Benoit et Gisèle Bertrand, 1986.
Marie-Victorin, Frère, 1947..
McKay, Sheila et Paul Catling, 1979.
Meister, J.P. 1986.
Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984.
Programme Berges neuves, 1985.
Roland, A.E. et E.C. Smith, 1969.
White, Ray J. et Oscar M. Brynildson, 1967.

APPENDICE B-1

MELANGES RECOMMANDES DE PLANTES HERBACEES

On peut se procurer ces mélanges en s'adressant aux coopératives agricoles, ainsi qu'aux grainiers.

Mélange no 1 - sol temporairement inondé au printemps

trèfle hybride	10 pour cent
trèfle blanc rampant	10 pour cent
fléole des champs	40 pour cent
roseau	40 pour cent

Mélange no2 - sol en pente douce

trèfle hybride	15 pour cent
fétuque rouge	55 pour cent
foin fou	15 pour cent
fléole des champs	15 pour cent

Mélange no3 - sol en pente, bien irrigué

pâturin comprimé	30 pour cent
trèfle blanc rampant	15 pour cent
dactyle pelotonné	35 pour cent
brome en grappe	20 pour cent

Mélange no4 - sol pauvre et rocheux, sans matières organiques

Les mélanges brevetés MR-77 et LAB 2001 donnent une couverture herbacée vivace résistante, de croissance modérée, sans addition de terre de surface.

Mélange no5 - sol sablonneux

Le mélange breveté LAB 2009 est utile pour la rétention du sable, même en milieu salin, dans les régions où l'érosion par le vent est de modérée à moyenne.

APPENDICE B-2

ESPECES DE PLANTES HERBACEES

Herbages

Les herbages suivants ont été choisis pour leur vigueur, une vigueur qui leur permet de recouvrir les sols rapidement. Si votre cours d'eau est voisin d'une région agricole, informez les agriculteurs locaux qu'il ne s'agit pas de mauvaises herbes.

a. **Pâturin comprimé** (*Poa compressa*) - C'est une plante rustique, dont la texture rude lui permet de résister à la sécheresse et au piétinement. Elle survit et croît sur les sols secs et sablonneux, mais également sur les sols argileux mal drainés.

b. **Dactyle pelotonné** (*Dactylis glomerata*) - C'est une plante qui croît vigoureusement et qui atteint une haute taille.

c. **Roseau** (*Phalaris arundinacea*) - Cette plante pousse verticalement et peut atteindre une très grande taille. Elle préfère un sol humide, mais elle peut supporter une inondation printanière prolongée, de même qu'une sécheresse persistante.

d. **Fétuque rouge** (*Festuca rubra*) - Cette plante préfère les sols secs et sablonneux, mais elle supporte les endroits ombragés et marécageux.

e. **Foin fou** (*Agrostis alba*) - C'est une plante robuste qui se reproduit par rhizomes et stolons. Elle préfère les sols humides, mais elle peut survivre pendant une courte période dans des régions asséchées.

f. **Brome en grappe** (*Bromus inermis*) - Cette plante peut se répandre en vastes colonies, éparpillées en plusieurs endroits. Elle résiste à la sécheresse.

g. **Fléole des champs** (*Phleum pratense*) - Cette plante pousse verticalement et sa texture est robuste. Elle supporte la sécheresse et l'inondation.

Légumineuses

a. **Trèfle hybride** (*Trifolium hybridum*) - Cette plante peut supporter un sol pauvre et mal asséché.

b. **Trèfle blanc rampant** (*Trifolium repens*) - Il s'agit d'une plante stolonifère robuste. Elle résiste aux sols acides et mal asséchés.

APPENDICE B-3
ESPECES D'ARBUSTES RECOMMANDEES

Tableau B-1 - Espèces non indigènes résistant aux inondations

ESPECES	HUMIDITE DU SOL			REPRODUCTION		
	H	M	S	G	BH	BL
bois d'argent	*	*	*		*	
églantier	*	*	*		*	

Humidité du sol - H (humide), M (moyen), S (sec)

Reproduction - G (graines), BH (boutures herbacées), BL (boutures ligneuses)

NOTE: Les graines et les boutures herbacées et ligneuses s'entendent des méthodes de reproduction de vos espèces végétales. Les boutures herbacées (les parties tendres de la plante, comme la tige et le feuillage) prennent leurs racines dans l'eau, et ensuite on les plante. Les boutures ligneuses, comme les fagots et les branches peuvent prendre leurs racines directement dans le sol.

Tableau B-2 - Espèces indigènes ne supportant pas les inondations.

ESPECES	HUMIDITE DU SOL		
	H	M	S
amélanchier (<i>Amelanchier</i> sp.)		*	*
baie de sureau (<i>Sambucus canadensis</i>)	*	*	
cerisier à grappes (<i>Prunus virginiana</i>)		*	*
noisetier à bec (<i>Corylus cornuta</i>)			*
sumac amarante (<i>Rhus typhina</i>)			*
viorne d'Amérique (<i>Viburnum trilobum</i>)		*	*
vigne vierge (<i>P. quinquefolia</i>)	*	*	*

Tableau B-3 - Espèces indigènes supportant les inondations

ESPECES	HUMIDITE DU SOL			REPRODUCTION		
	H	M	S	G	BH	BL
alisier	*					
aulne	*			*		
cirier de Pennsylvanie					*	
cornouiller stolonifère	*	*	*	*		*
graines de boeuf		*	*	*		
myrique beaumier	*				*	
potentille frutescente		*	*		*	
reine-des-prés à grandes feuilles	*	*			*	*
saule	*					*

Humidité du sol - H (humide), A (moyen), (S (sec)

Reproduction - G (graines), BH (boutures herbacées), BL (boutures ligneuses)

APPENDICE B-4

PROPRIÉTÉS DES ESPÈCES D'ARBUSTES RECOMMANDÉES

- a. **Ailsier** (*Viburnum cassinoides*) - Cette plante, connue également sous le nom de sorbier, se trouve habituellement dans les sols humides et acides des marécages, des fondrières et des rivages, mais elle peut pousser dans de nombreux sols.
- b. **Aulne** (*Alnus rugosa*) - C'est un arbuste très robuste dont les racines noduleuses absorbent l'azote de l'air. Il convient le mieux dans un environnement humide. Il peut survivre à une inondation prolongée, mais il ne supporte pas très bien la sécheresse. Il atteint entre 2 et 4 m de haut et pousse habituellement en bouquets. Ses racines sont peu profondes. Bien que les aulnes soient souvent considérés comme nuisibles, ils comptent parmi les meilleurs arbustes pour stabiliser le sol. Afin d'éviter les problèmes, ne jamais planter les aulnes dans des cours d'eau dont la déclivité est faible.
- c. **Bols d'argent** (*Elaeagnus communtata*) - Cet arbuste produit des rejetons et les noeuds de ses racines absorbent l'azote de l'air. Il peut survivre dans des sols pauvres et secs, et il supporte la salinité. Le bois d'argent atteint de 1 à 4 m de hauteur, et sa tige est épaisse et droite. Ses racines sont noduleuses, éparpillées et très stolonifères.
- d. **Cirier de Pennsylvanie** (*Myrica pensylvanica*) - Les noeuds des racines du cirier de Pennsylvanie absorbent l'azote de l'air. Cette plante touffue et à l'odeur agréable peut résister à la salinité et pousse naturellement sur les bords de mer.
- e. **Cornouiller stolonifère** (*Cornus stolonifera*) - Il s'agit d'un arbuste stolonifère qui s'adapte à tous les environnements: secs, humides, temporairement inondés, ombragés ou ensoleillés. Ses racines stolonifères et sa faculté d'adaptation en font un arbuste idéal pour consolider le sol. Le cornouiller stolonifère atteint entre 1 et 3 m de haut et s'étale beaucoup. Ses racines sont éparpillées.
- f. **Eglantier** (*Rosa johanensis*) - Ce rosier pousse sur les rives des lacs et des cours d'eau. Il peut survivre temporairement aux inondations. Il peut atteindre jusqu'à un mètre, et sa tige épaisse est plus ou moins droite. C'est un arbuste dont les racines sont dispersées et produisent des rejetons.

g. **Graine de boeuf** (*Shepherdia canadensis*) - Les noeuds des racines de cet arbuste absorbent l'azote de l'air. C'est une espèce qui résiste très bien à la sécheresse et à la salinité. Elle atteint entre 1,5 m et 2 m de hauteur, et sa tige épaisse s'élève plus ou moins verticalement. Les racines noduleuses produisent des rejets.

h. **Myrique beaumier** (*Myrica gale*) - Les racines noduleuses de cet arbuste absorbent l'azote de l'air. C'est un arbuste qui pousse sur les rivages sablonneux et qui peut survivre à une inondation prolongée. Le myrique beaumier, arbuste touffu à l'odeur agréable, peut atteindre 1 m de haut. Ses racines sont éparpillées.

i. **Potentille frutescente** (*Potentilla fruticosa*) - Cette espèce pousse dans une diversité de sols, mais elle préfère les endroits à ciel ouvert et les rivages rocheux. Elle supporte la salinité. La potentille atteint jusqu'à 1 m de haut, et sa tige est épaisse et courte. Ses racines sont éparpillées et très fibreuses.

j. **Reine-des-prés à grandes feuilles** (*Spiraea latifolia*) - Cette arbuste pousse dans une grande diversité de sols, mais il préfère les environnements humides et à ciel ouvert comme les rives des cours d'eau et les fossés. Il atteint une hauteur de 1,5 m à 2 m et il pousse verticalement. Les racines sont fibreuses.

k. **Saules** (espèces *Salix*) - Les saules poussent bien sur les terrains humides et ils tolèrent une inondation plus ou moins prolongée, selon l'espèce. Leur hauteur est variable et leurs racines sont éparpillées.

FICHE DOCUMENTAIRE -B- PLANTATION DE VEGETAUX AU BORD DES COURS D'EAU

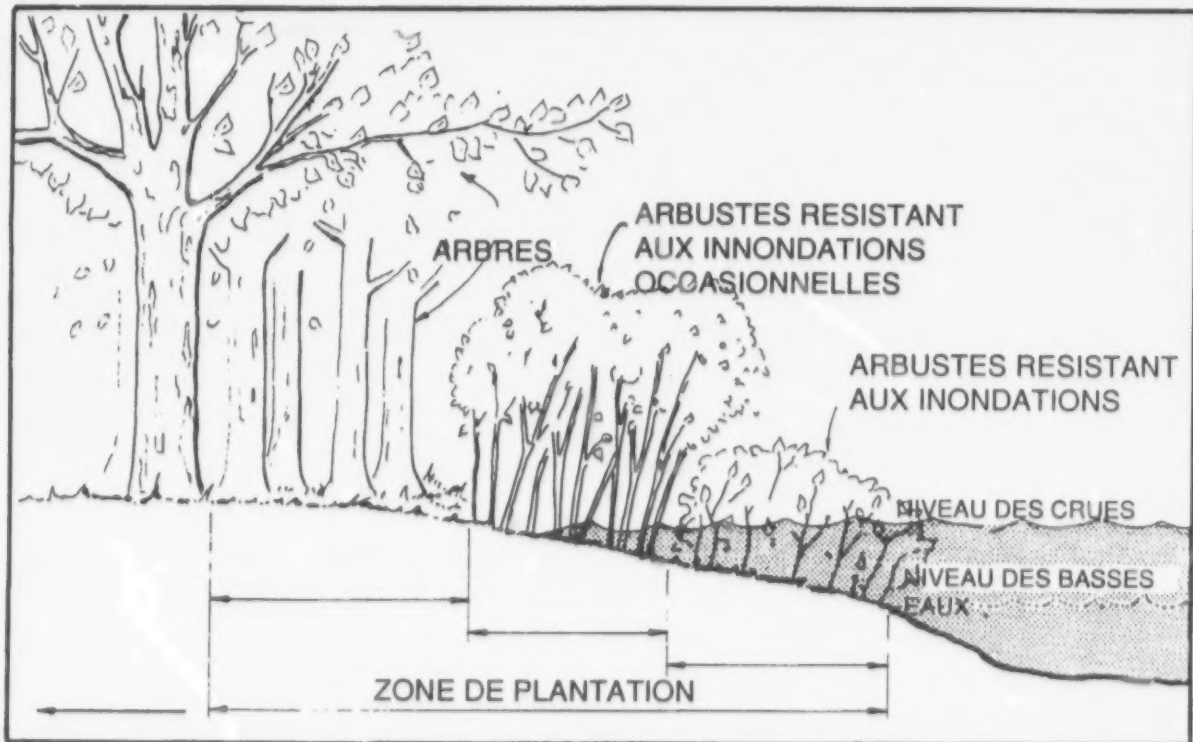


FIGURE B-1: REBOISEMENT D'UNE RIVE DONT LA PENTE S'ACCROIT GRADUELLEMENT

FICHE DOCUMENTAIRE -B-

PLANTATION DE VEGETAUX AU BORD DES COURS D'EAU

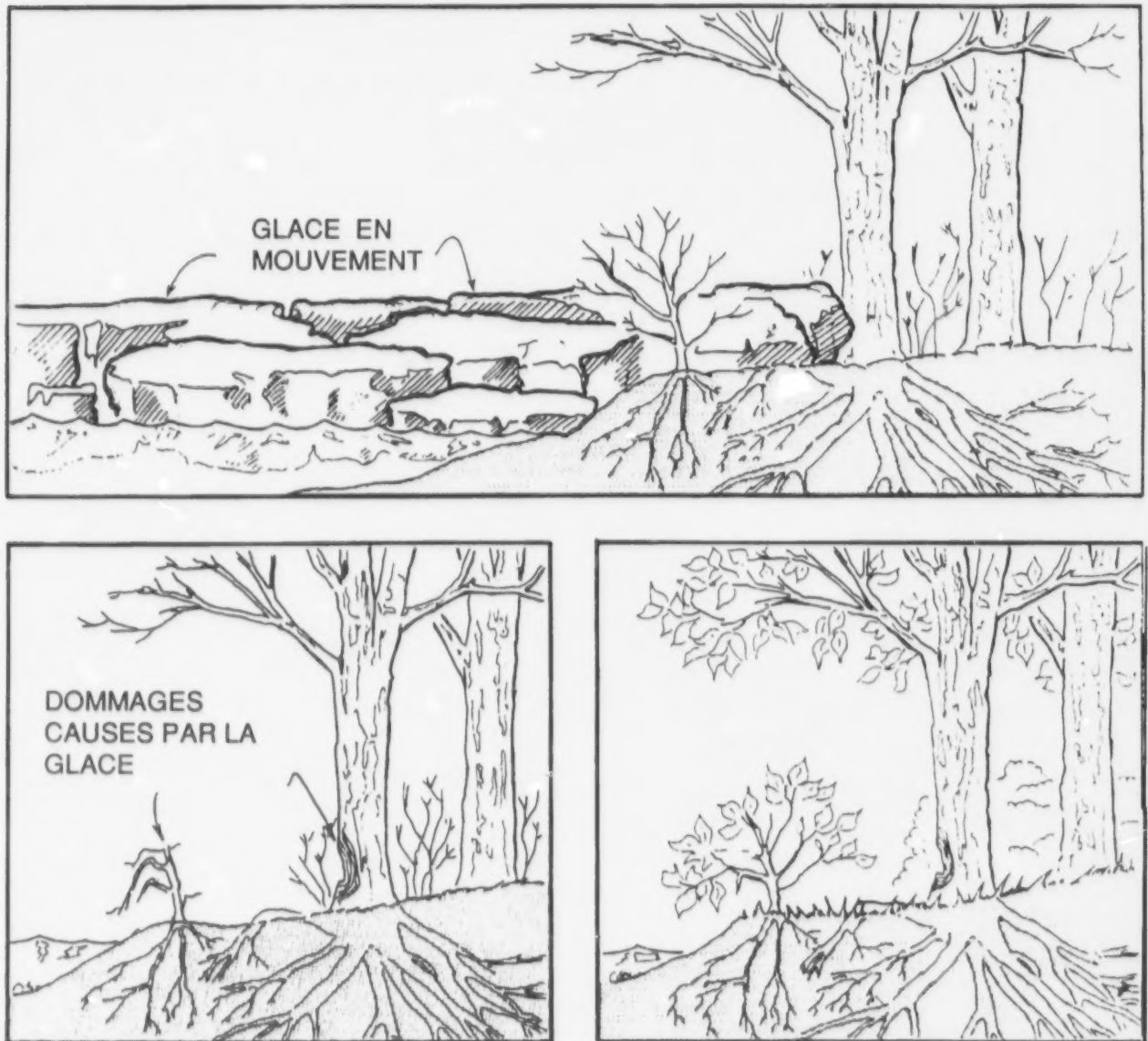


FIGURE B-2: Action de la glace sur la végétation des rives au printemps et régénération d'un arbuste abimé. Même si l'arbuste est abimé, les racines retiennent le sol, empêchant ainsi l'érosion des rives.

FICHE DOCUMENTAIRE - B -

PLANTATION DE VEGETAUX AU BORD DE L'EAU

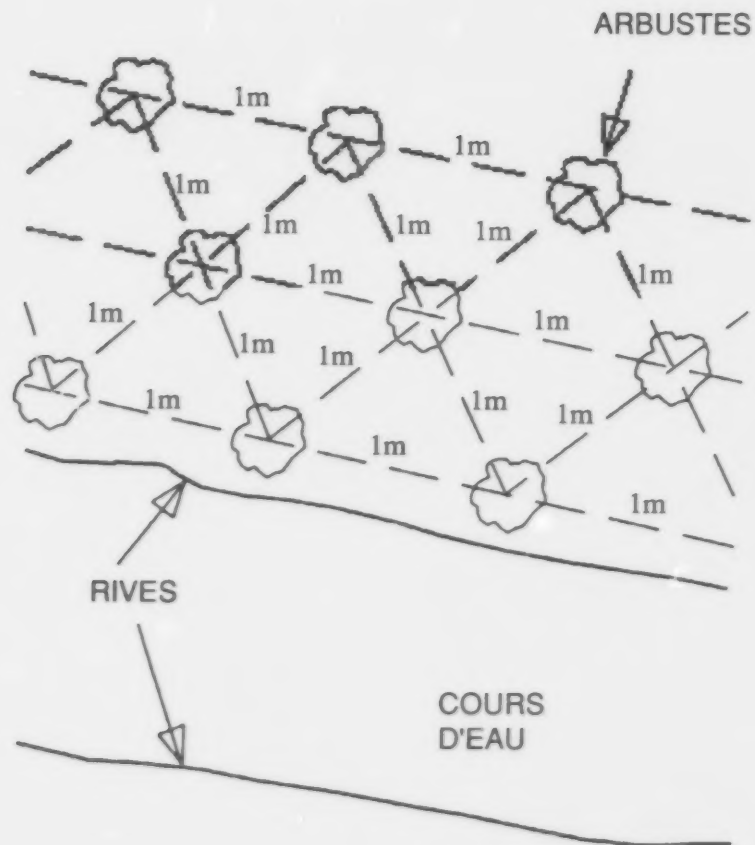
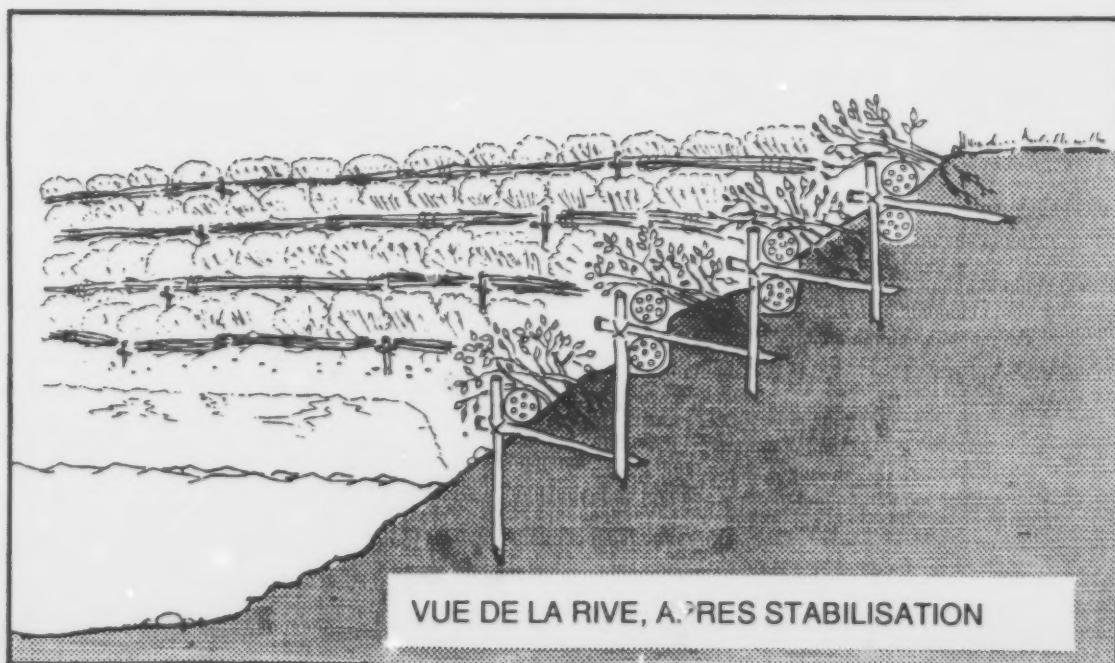
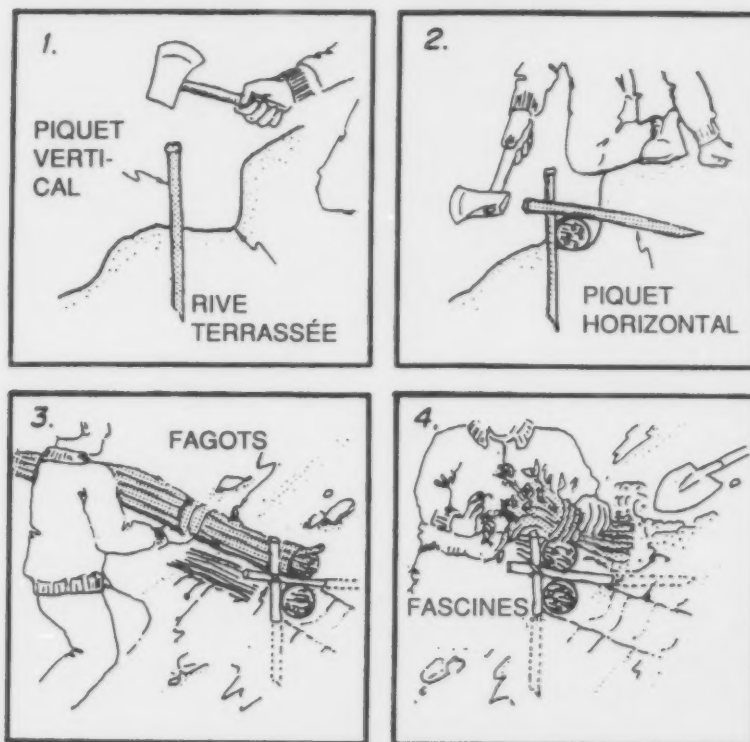


FIGURE B-3: Disposition en quinconce recommandée pour la plantation d'arbustes afin de favoriser la stabilisation des rives.

FICHE DOCUMENTAIRE -B- PLANTATION DE VEGETAUX AU BORD DE L'EAU: FAGOTS ET FASCINES

FIGURE B-4: ETAPES DE L'INSTALLATION



***** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES**

1.0 DESCRIPTION

Les rochers sont placés dans un cours d'eau pour accélérer, ralentir ou diviser le courant. Les rochers améliorent également l'habitat du poisson en constituant des refuges aux endroits où il en manque. Des végétations se développent en aval des rochers, formant ainsi des abris où le poisson peut se reposer et se nourrir (voir figure C-3). On peut placer un seul rocher à tel ou tel endroit, mais il vaut mieux les placer en groupes de deux, de trois, de quatre et même davantage.

2.0 OBJET

a. refuge pour les alevins

Les rochers situés le long du bord d'un cours d'eau constituent un endroit où le frai peut s'écarter des courants rapides et se cacher des prédateurs. Un entassement de rochers constitue un bon abri pour les alevins.

b. refuge dans les seuils et dans les rapides

Dans les courants plus rapides, les rochers fournissent des endroits où les adultes peuvent se reposer et se nourrir. Le poisson se tient généralement en aval des rochers, endroit où il ne lui est pas nécessaire de lutter contre le courant. Il peut s'élancer d'un côté ou de l'autre pour attraper la nourriture transportée par le courant. Les rochers peuvent entraîner une diminution des rivalités entre les jeunes poissons et une diminution de la taille de leurs territoires. Ils constituent également des refuges pour les poissons adultes qui migrent en amont.

c. refuge dans les fosses

Le poisson adulte utilise les rochers comme refuges dans les fosses. De tels rochers sont particulièrement efficaces durant les périodes de faible débit, lorsque la profondeur de l'eau n'offre pas un abri suffisant.

d. refuge d'hiver

L'installation de rochers dans les endroits décrits aux sections a, b et c ci-dessus fournit également au poisson des lieux où il peut demeurer relativement inactif au cours de l'hiver, préservant ainsi ses forces.

e. nettoyage du fond

Les rochers peuvent faire office de petits déflecteurs, concentrant et accélérant l'écoulement du cours d'eau. Grâce à eux, les minuscules sédiments sont extirpés et transportés en aval, ce qui nettoie le fond du cours d'eau.

f. turbulence de la surface de l'eau

L'installation de rochers directement sous la surface de l'eau agitera la surface de l'eau, qui serait autrement lisse, réduisant du même coup la visibilité du poisson au-dessus de l'eau.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

C'est une technique que l'on emploie dans les cours d'eau qui manquent d'abris. Cette absence d'abris peut être naturelle ou bien résulter de l'enlèvement du substrat du fond de l'eau pour empêcher les amoncellements de billes durant les opérations de flottage. La technique ne convient pas dans les cours d'eau où existe un problème d'inondation ou d'affouillement par les glaces.

Les rochers sont très efficaces dans les canaux larges et peu profonds dont le courant est tumultueux. On les emploie souvent dans les parties à régime lent pour accroître la vitesse de l'eau. C'est une technique très efficace dans les canaux stables dont les fonds sont tapissés de gros gravier ou de rocaille. Les lits instables, composés de gravier fin ou de sable, se déplaceront sous la pression du courant, enterrant les rochers. On ne devrait donc recourir aux rochers que lorsque le lit du cours d'eau restera relativement stable en période d'inondation. Le lit d'un cours d'eau qui est composé de gros gravier ou de galets est assez stable si la vitesse du courant ne dépasse pas 2,4 m/s (8 pi/s).

Les rives escarpées sont préférables. Assurez-vous que les rives de la section où vous travaillez sont stables, étant donné que de gros rochers peuvent faire dévier le courant vers l'une des rives ou les deux. Si les rives se dégradent facilement, il faudra les protéger. Il est préférable de travailler sur des sections rectilignes plutôt que sur des courbes très prononcées ou sur des méandres.

En principe, les rochers ne sont pas nécessaires lorsqu'il y a dans le cours d'eau au moins une fosse pour cinq seuils.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

a. Effectuer l'étude du cours d'eau durant une période de débit modéré ou faible, lorsque le substrat du fond est facilement visible:

- i) évaluer la nécessité d'installer des rochers
- ii) déterminer si le cours d'eau présente un problème d'inondation ou d'affouillement par les glaces
- iii) juger si les rives sont stables
- iv) relever l'accès aux diverses parties droites de la rivière

b. Voir si l'on peut s'approvisionner en rochers dans le voisinage. Il est préférable de choisir des rochers de formes anguleuses, qui ne se désintègreront pas et qui sont assez gros pour résister à la force de l'eau.

c. En vous inspirant de votre étude, esquisser un croquis des canaux à améliorer.

- i) repérer les endroits où des rochers devraient être placés
- ii) déterminer le nombre de rochers nécessaires
- iii) déterminer la taille des rochers nécessaires
- iv) les roches doivent être assez grosses pour demeurer immobiles au cours des inondations

NOTE: Si le fond est stable, un rocher de 0,6 m (2 pi) de diamètre, pesant environ 454 kg (1 000 lb), résistera au courant si la vitesse de celui-ci ne dépasse pas 3 m/s (10 pi/s). Un rocher de 1,2 m (4 pi) demeurera stable si la vitesse du courant ne dépasse pas environ 4 m/s (13 pi/s). Le tableau C-1 montre la corrélation entre la taille et le poids des rochers.

- d. Dans sa plus grande dimension, un rocher ne devrait pas dépasser un cinquième de la largeur du canal en régime normal d'été.
- e. De façon générale, prévoir un gros rocher par 27 mètres carrés (300 pieds carrés).
- f. Empiler des rochers près du bord du cours d'eau (au-dessus du niveau des hautes eaux) au cours des mois d'hiver, si nécessaire.
- g. Déplacer les rochers vers l'endroit des travaux à l'aide d'une chargeuse. Rappelez-vous qu'il ne faut utiliser un équipement lourd que lorsque c'est vraiment nécessaire.
- h. Procéder à l'installation des rochers dans les rivières à truite au cours de l'été, lorsque le débit est lent, et, dans les rivières à saumon, entre la mi-juillet et la mi-septembre. Rappelez-vous qu'un choix minutieux des points d'accès permettra de réduire les coûts et de minimiser les dommages aux rives du cours d'eau.
- i. Pour les rochers de petite taille, la disposition finale peut être effectuée après qu'ils ont été transportés à l'endroit des travaux.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

5.1 Installation des rochers

- a. Les rochers devraient être placés à l'extrémité d'amont, d'une fosse ou d'un rapide peu profond et au milieu ou à l'extrémité d'aval d'un seuil.
- b. Les seuils doivent présenter un débit suffisant et uniforme afin que les rochers n'entraînent pas un entassement de gravier.
- c. Les rochers allongés et anguleux sont les meilleurs pour la formation de cavités. Le côté le plus long devrait former un angle droit par rapport à la rive.
- d. Des cavités plus importantes se formeront dans les courants plus rapides.
- e. S'assurer que tous les rochers reposent comme il faut sur le lit du cours d'eau (10 à 30 cm, ou 4 à 12 po) et que le lit du cours d'eau est relativement exempt de roches plus grosses.

- f. Les rochers ne devraient jamais être placés à moins d'un mètre (3,3 pi) de la rive. Eviter de dévier le courant directement contre la rive.
- g. Les rochers ne devraient pas obstruer plus de 20 pour cent du cours d'eau.
- h. Placer tous les rochers de telle sorte qu'ils conservent leur utilité en période de basses eaux. Ceux qui émergent au-dessus de l'eau lorsque le débit est faible ou moyen sont très salutaires pour l'habitat.
- i. Les groupes de rochers résistent au mouvement des glaces, forment de grosses cavités, réduisent la vitesse du courant en augmentant les aspérités du canal et fournissent des refuges au poisson (voir section 5.2).
- j. Si l'eau s'obscurcit facilement, placer d'abord les rochers à l'extrémité d'aval, puis continuez vers l'amont.
- k. Si le cours d'eau est pourvu d'un passage pour canot avant que les travaux d'amélioration ne commencent, s'assurer qu'aucun rocher n'est placé dans le passage.

5.2 Installation de groupes de rochers (voir figure C-1)

5.2.1 Directives générales

- a. Ces directives s'appliquent aux cours d'eau de 4 à 8 m (de 13 à 26 pi) de large.
- b. Les rochers devraient peser environ de 50 à 100 kg (110 à 220 lb).
- c. Les rives devraient être stables et d'une hauteur d'au moins 1 m (3,3 pi) par rapport au niveau des hautes eaux.
- d. Les rochers devraient être enfoncés dans le lit du cours d'eau sur au moins 10 cm (4 po) (voir figure C-2).

5.2.2 Deux rochers

- a. Placer les rochers à au moins un mètre (3,3 pi) de la rive.
- b. Les groupes peuvent être placés au hasard.

5.2.3 Trois rochers (forme triangulaire)

- a. Placer les rochers dans le tiers du ruisseau situé au milieu.
- b. Le sommet du triangle devrait être placé en amont.

- c. Les groupes de rochers peuvent être placés au hasard.
- d. S'ils sont placés les uns derrière les autres, prévoir une distance de 8 à 16 m (de 26 à 53 pi) entre les groupes.

5.2.4 Quatre rochers (forme en losange)

- a. Placer les rochers dans le tiers du cours d'eau situé au milieu.
- b. La plus longue diagonale du losange devrait être parallèle au cours d'eau.
- c. Les groupes de rochers peuvent être placés au hasard.
- d. S'ils sont placés les uns derrière les autres, prévoir une distance de 8 à 16 m (de 26 à 53 pi) entre chacun d'eux.

5.2.5 Trois rochers (rangées parallèles)

- a. Les groupes de rochers devraient être placés à au moins un mètre (3,3 pi) de la rive.
- b. Les rangées devraient être parallèles au courant.
- c. Placer deux rangées à une distance d'un mètre (3,3 pi) l'une de l'autre.

5.2.6 Cinq à six rochers (demi-cercle)

- a. Placer les rochers à au moins un mètre (3,3 pi) de la rive.
- b. Le centre de l'arc est situé en amont.
- c. Prévoir un mètre (3,3 pi) entre les rangées.
- d. Il est préférable d'alterner d'un côté du cours d'eau à l'autre.
- e. Laisser 8 m (26 pi) entre les groupes, cette distance étant mesurée le long du centre du cours d'eau.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Selon le cours d'eau et le mode d'installation des rochers, il se peut que des travaux de surveillance et d'entretien soient nécessaires chaque année. Les inondations et le travail de la glace peuvent entraîner un déplacement des rochers. Des courants contraires peuvent entraîner l'érosion des rives ou du lit, et des dépôts d'alluvions ou de gravier peuvent se produire si le mode d'installation des rochers entraîne des ruptures de débit ou des tourbillons.

7.0 FACTEURS DE COUT

Le coût de cette technique dépend principalement de la proximité des rochers. Il variera également suivant que les rives du cours d'eau sont faciles d'accès ou non.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

- a. Il est en général facile de se procurer des rochers près des sites d'amélioration.
- b. Les améliorations apportées peuvent être d'assez longue durée.
- c. Les travaux d'amélioration ont une apparence naturelle.
- d. La technique ne nécessite pas un savoir-faire particulier.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

- a. Les aménagements peuvent nécessiter un entretien fréquent.
- b. La technique peut être très coûteuse s'il n'y a pas de rochers à proximité.
- c. L'installation des rochers nécessite souvent l'emploi d'un matériel dans le cours d'eau.
- d. Les rochers situés à proximité des rives peuvent entraîner une érosion lorsque le substrat n'est pas stable.
- e. Les rochers disparaîtront parfois dans certaines rivières (par exemple, si le fond est constitué de gravier).

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

Au Nouveau-Brunswick, on a eu recours aux rochers, comme technique de mise en valeur, sur la rivière Big Tracadie (voir MRNENB, 1978). Les résultats ont été inégaux. Certains sites de mise en valeur sont demeurés exempts de limon et les rochers ont conservé leur position. D'autres sites se sont remplis de gravier et les formations rocheuses se sont disloquées. Les roches se sont brisées parce qu'on avait utilisé du grès, trouvé dans une carrière voisine. Un échantillonnage effectué aux endroits améliorés exempts de limon a révélé la présence de populations de tacons et de jeunes ombles de fontaine, à raison de plus de 50 individus par cent mètres carrés, tandis qu'il n'y avait pratiquement aucun poisson autre que du frai dans les mêmes endroits avant les travaux de mise en valeur.

En Nouvelle-Ecosse, on a eu recours à l'installation de rochers pour l'amélioration de l'habitat sur le ruisseau Elderkin dans le comté King, et sur le ruisseau Frenchvale, au Cap-Breton (communication personnelle de B. Sabeau, Ministère des Terres et Forêts de la Nouvelle-Ecosse). Dans ces deux cours d'eau, les travaux d'amélioration de l'habitat ont nécessité l'emploi de plusieurs techniques, outre l'installation des rochers. On a pu constater des changements dans les populations de truites adultes, encore que de tels changements ne puissent être attribués à telle ou telle technique d'amélioration. Dans les deux cours d'eau, les aménagements doivent être entretenus régulièrement.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

Gilbert, John C., 1978.

Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Direction des ressources en eau, 1985

Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984.

Paquet, Gilles, 1984.

Seehorn, Monte E., 1985.

United States Department of Agriculture, Forest Service, 1969.

United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1979.

Washburn and Gillis Associates Ltd., 1986.

APPENDICE C-1

TAILLES ET POIDS APPROXIMATIFS DES ROCHERS

Tableau C-1: Tailles et poids approximatifs d'une roche cubique, à raison de 150 lb par pied cube.

LONGUEUR		POIDS		VOLUME	
m	po	kg	lb	m ³	pi ³
0,25	10	50	105	0,02	0,6
0,50	20	310	690	0,13	4,4
0,75	30	990	2,200	0,42	14,8
1,00	40	2,360	5,250	1,00	35,0
1,26	50	4,720	10,500	2,00	70,0
1,44	57	7,090	15,750	3,00	105,0

FICHE DOCUMENTAIRE -C- INSTALLATION DE ROCHERS DANS LES COURS D'EAU

FIGURE C-1: GROUPEMENTS DE ROCHERS

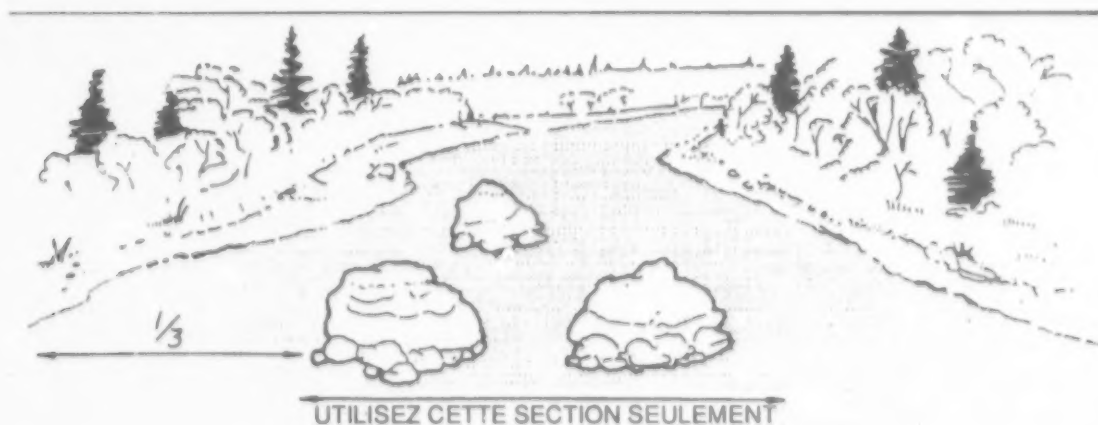
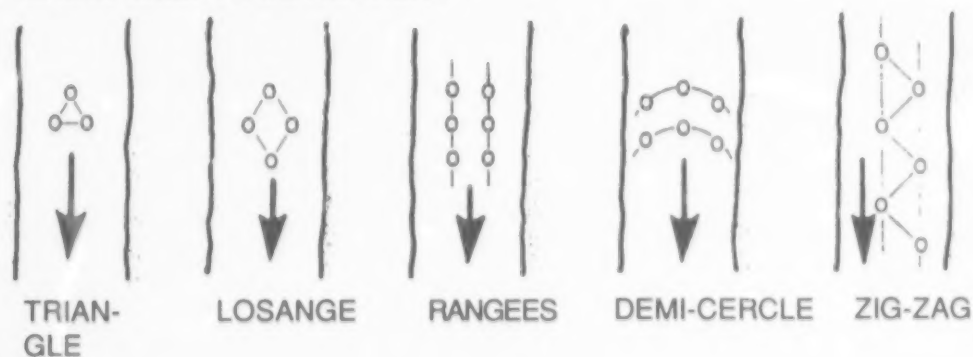


FIGURE C-2: VUE D'ENSEMBLE

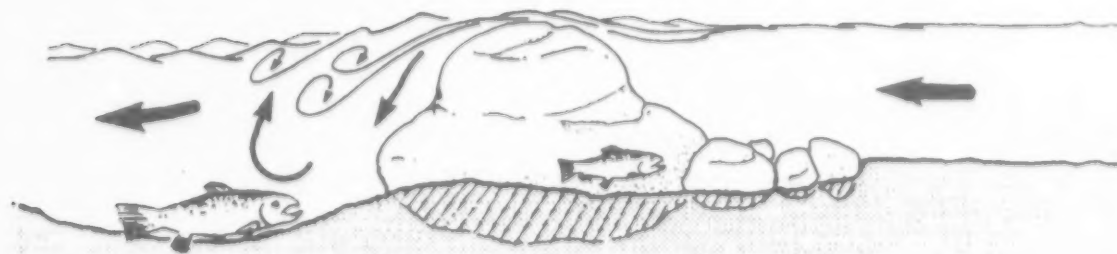


FIGURE C-3: COUPE TRANSVERSALE

*** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES.

1.0 DESCRIPTION

Ces techniques à base de bois sont pratiques pour l'assemblage de structures pouvant servir à améliorer l'habitat du poisson dans les cours d'eau qui manquent d'abris. Ce sont des techniques qui peuvent être utilisées exclusivement ou bien jumelées à d'autres structures d'amélioration des cours d'eau.

Les abris constitués par des arbres sont des arbres abattus et placés parallèlement au courant le long de la rive, leurs sommets étant dirigés en aval. Le tronc de l'arbre peut être fixé au rivage à l'aide de plusieurs méthodes. Si nécessaire, des barres d'armature peuvent être utilisées à intervalles réguliers le long du tronc pour maintenir l'arbre dans sa position.

Les structures en demi-ronds sont construites à l'aide de billes refendues. Le côté plat de la bille est soutenu à chaque extrémité à l'aide d'un socle de bois. Le demi-rond est maintenu dans sa position grâce à l'insertion de barres d'armature dans des trous forés d'avance aux deux extrémités de la structure, ainsi que dans le lit du cours d'eau. Plusieurs autres techniques peuvent être utilisées dans les cours d'eau pour donner un abri aux poissons. Celles dont il est question dans la présente fiche documentaire sont recommandées.

2.0 OBJET

Ces techniques donnent des abris aux poissons, jeunes ou adultes. Les poissons utilisent les arbres et les demi-ronds comme abris et l'eau qui s'y écoule est pour eux source de nourriture.

Les abris formés par des arbres peuvent être utiles pour la stabilisation des rives, en particulier le long des rives extérieures des méandres. Il ne faut pas les utiliser comme déflecteurs, puisque cela pourrait causer des problèmes d'érosion.

Souvenez-vous que la confection d'abris n'améliore pas nécessairement l'habitat pour les jeunes saumons. De tels dispositifs conviennent sans doute mieux à l'amélioration de l'habitat de la truite.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

3.1 STRUCTURE EN DEMI-RONDS (voir figure D-1)

Cette structure convient dans les cours d'eau dont la pente est de faible à moyenne, qui ont moins de 10 m (33 pi) de large et qui n'offrent pas assez d'abris. Les cours d'eau plus importants et plus escarpés sont plus susceptibles de souffrir du travail de la glace, ce qui aura pour effet d'endommager ou d'enterrer les structures en demi-ronds. Les inondations ne devraient pas non plus être importantes. Les structures en demi-ronds dureront plus longtemps si elles sont submergées totalement et en permanence.

Les demi-ronds devraient constituer des abris, non des collecteurs de sédiments. C'est une technique qu'il ne faut employer que dans des endroits relativement exempts de sédiments, et la structure doit être placée sur un substrat solide.

Attention - Les cours d'eau importants et escarpés peuvent former d'immenses couches de glace. Au moment de la débâcle printanière, ces couches de glace peuvent creuser le fond des cours d'eau et des rivières, emportant avec elles le fruit de vos efforts.

3.2 ABRIS CONSTITUES PAR DES ARBRES (voir figure D-2)

Les abris constitués d'arbres devraient être utilisés dans les cours d'eau qui manquent d'abris et dont la largeur est d'environ 4 à 8 m (13 à 26 pi). Il doit être possible de se procurer des arbres à proximité. Le débit des cours d'eau où la technique est appliquée peut varier, comme les conditions de leur glaciation. Un débit extrême augmentera le besoin d'entretien.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

4.1 STRUCTURES EN DEMI-RONDS

a. Faire l'étude du cours d'eau en période de basses eaux, pour savoir s'il convient d'y installer des abris supplémentaires. Le genre de substrat et la profondeur de l'eau durant la période estivale de faible débit

ont leur importance, puisque la structure doit demeurer constamment immergée. La profondeur de l'eau devrait se situer entre 30 cm (12 po) et 90 cm (48 po).

b. Les structures en demi-ronds devraient être installés en-deça des frayères ou des seuils situés à proximité des rives, dans des fosses peu profondes dont le courant est suffisant pour empêcher l'accumulation de limon, ou bien derrière de grosses roches anguleuses.

4.2 ABRIS CONSTITUES D'ARBRES

a. Faire l'étude du cours d'eau en période de basses eaux, pour savoir s'il convient d'y aménager des abris supplémentaires. La profondeur de l'eau durant la période estivale est une considération importante.

b. Les arbres devraient être installés dans des endroits où l'eau a un débit relativement faible.

c. Il est recommandé d'utiliser des bois tendres, de préférence du cèdre, pour construire les abris. Lorsqu'on fixe le pied de l'arbre, il faut se rappeler que les bois tendres ont des racines peu profondes, ce qui peut nécessiter un ancrage plus élaboré.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

5.1 STRUCTURES EN DEMI-RONDS

a. Déterminer l'endroit où la structure devrait être placée. Tenir compte de la profondeur de l'eau, de la stabilité du substrat et des rives avoisinantes, des alluvions et de la présence de gros rochers, des frayères et des seuils, ainsi que des arbres pouvant servir comme matériaux de construction.

b. Se procurer le matériel nécessaire: échelles, plaque d'impact, mailloche et barres d'armature. Du fil de fer devrait être enroulé autour de la tête de la mailloche pour bien la fixer au manche. On augmentera ainsi la force de la mailloche et on empêchera le manche de se fendre ou d'éclater.

c. La bille utilisée pour cette structure devrait avoir 3,5 m (8 pi) de long et environ 20 cm (8 po) de diamètre. La bille doit être sciée en deux parties égales dans le sens de la longueur.

d. Forer des trous dans le demi-rond, à 15 cm (6 po) de chaque extrémité.

e. Poser la bille sur deux socles, appelée éparts, soit des cubes de 10 cm x 10 cm x 10 cm (4 po x 4 po x 4 po).

f. Forer d'avance le centre des éparts.

g. Installer le demi-rond légèrement au-dessus du courant, le côté plat vers le bas, supporté à chaque extrémité par les éparts.

h. Enfoncer des barres d'armature de calibre 15 dans les trous de la bille et des éparts jusqu'à ce que les barres d'armature n'émergent que de 30 cm (12 po) au-dessus du sommet de la bille. Nous vous

suggerons d'enfoncer les barres d'armature de façon à ce qu'elles forment un certain angle par rapport au courant, ce qui les maintiendra plus solidement dans le substrat.

i. Recourber les barres d'armature jusqu'à ce qu'elles touchent la bille et soient parallèles à celle-ci, ou bien coiffer l'extrémité des barres d'armature à l'aide de repères-tuyaux. L'extrémité des barres d'armature devrait être dirigée en aval, pour empêcher les débris flottants de s'y accrocher.

5.2 ABRIS CONSTITUES D'ARBRES

a. Déterminer l'endroit où l'abri devrait être placé. Les rives du cours d'eau devraient être escarpées et stables, et l'eau devrait avoir un débit relativement faible et présenter une profondeur d'au moins 30 cm (12 po).

b. Etaler l'arbre sur toute sa longueur de telle sorte qu'il repose presque parallèlement au courant, le long de la rive. L'arbre devrait avoir une longueur de 3 à 4,5 m (10 à 15 pi) et ses branches ne devraient pas dépasser 1,5 m (5 pi) de long. La souche doit avoir une hauteur minimale de 30 cm (12 po) pour qu'on puisse y attacher l'arbre comme il faut.

c. Il y a plusieurs façons de maintenir le gros bout de l'arbre:

i) Le maintenir fixé à la souche.

ii) Attacher l'arbre à la souche, à un autre arbre ou bien à un piquet de métal à l'aide d'un câble d'acier. Le piquet devrait avoir 1,5 m (5 pi) de long et être enfoncé à un mètre (3 pi) de profondeur dans le sol.

d. L'attache du gros bout devrait être au-dessus de la ligne des hautes eaux, ou bien être confectionnée de telle sorte que les débris flottants ne s'y accrochent pas.

e. Forer des trous dans l'arbre, aux endroits où des barres d'armature sont nécessaires.

f. Enfoncer les barres d'armature dans les trous de l'arbre jusqu'à ce qu'elles dépassent de 30 cm (12 po) la surface de celui-ci.

g. Plier les barres d'armature jusqu'à ce qu'elles touchent la bille et lui soient parallèles, ou bien coiffer l'extrémité des barres d'armature avec des repères-tuyaux. L'extrémité des barres d'armature devraient être dirigées vers l'aval afin d'empêcher les débris flottants de s'y accrocher.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Il est indispensable de vérifier régulièrement les structures après leur installation.

a. S'assurer que la structure répond bien à l'objet qui a motivé sa construction. Les populations de poissons et la taille des poissons qui utilisent la structure peuvent être déterminées en procédant à une

opération de pêche à l'électricité à la fin de l'été. (Cette opération ne peut être effectuée qu'avec l'aide de spécialistes de la biologie aquatique).

- b. Inspecter les structures après la fonte des glaces pour voir si elles se sont déplacées ou bien s'il faut les réparer ou les remplacer.
- c. S'assurer que des débris ne s'y accumulent pas.
- d. Vérifier si des alluvions se forment autour des demi-ronds.

7.0 FACTEURS DE COUT

Les coûts de la construction des abris constitués de demi-ronds et d'arbres varient selon la proximité ou l'éloignement des matériaux. Si l'on peut se procurer les matériaux sur place, les coûts seront faibles.

8.0 AVANTAGES DES TECHNIQUES

- a. facilité de conception et d'installation;
- b. facilité d'ajustement pour obtenir le meilleur résultat;
- c. abris et refuges;
- d. apparence naturelle;
- e. construction peu coûteuse;
- f. seuls des instruments simples sont nécessaires.

9.0 INCONVENIENTS DES TECHNIQUES

9.1 STRUCTURES EN DEMI-RONDS

- a. elles peuvent entraîner l'érosion des rives ou obstruer le cours d'eau;
- b. une bonne installation de la structure est primordiale;
- c. il peut être nécessaire de réparer ou de remplacer la structure;
- d. la structure peut subir des dommages en raison des glaces et elle peut être encombrée par des alluvions;
- e. des débris indésirables peuvent s'y accumuler.

9.2 ABRIS CONSTITUES D'ARBRES

- a. il s'agit essentiellement d'une mesure temporaire qu'il faudra remplacer périodiquement;
- b. des débris et des alluvions indésirables peuvent s'y accumuler.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

Il n'existe pas de structures en demi-ronds au Nouveau-Brunswick. En Nouvelle-Ecosse, elles sont l'une des nombreuses techniques utilisées pour mettre en valeur l'habitat du ruisseau Elderkin, dans le comté King. Ces structures ont été installées au cours de l'été de 1984. Elles ont été vérifiées un an après leur installation. On a alors constaté une augmentation des populations de frai et d'ombles de fontaine adultes. Toutefois, on a pu remarquer également un déclin de la population de truites dans le même ruisseau, ce qui laisse croire que l'habitat s'est amélioré par endroits, sans qu'il en soit nécessairement résulté une augmentation absolue de la productivité du cours d'eau.

Des abris constitués d'arbres ont été employés dans la rivière Green près d'Edmundston, au cours de l'été de 1986, en même temps que d'autres techniques d'amélioration. L'absence de refuges pour la truite est un problème important dans cette rivière. On a pu constater que les jeunes truites faisaient grand usage des abris ainsi construits, immédiatement après leur installation.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

Gouvernement du Canada, Ministère des Pêches et des Océans, 1980.

Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984.

Paquet, Gilles, 1984.

Washburn and Gillis Associates Ltd. 1986.

FICHE DOCUMENTAIRE -D- ABRIS DE BOIS CONSTRUITS DANS LES COURS D'EAU: DEMI-RONDS

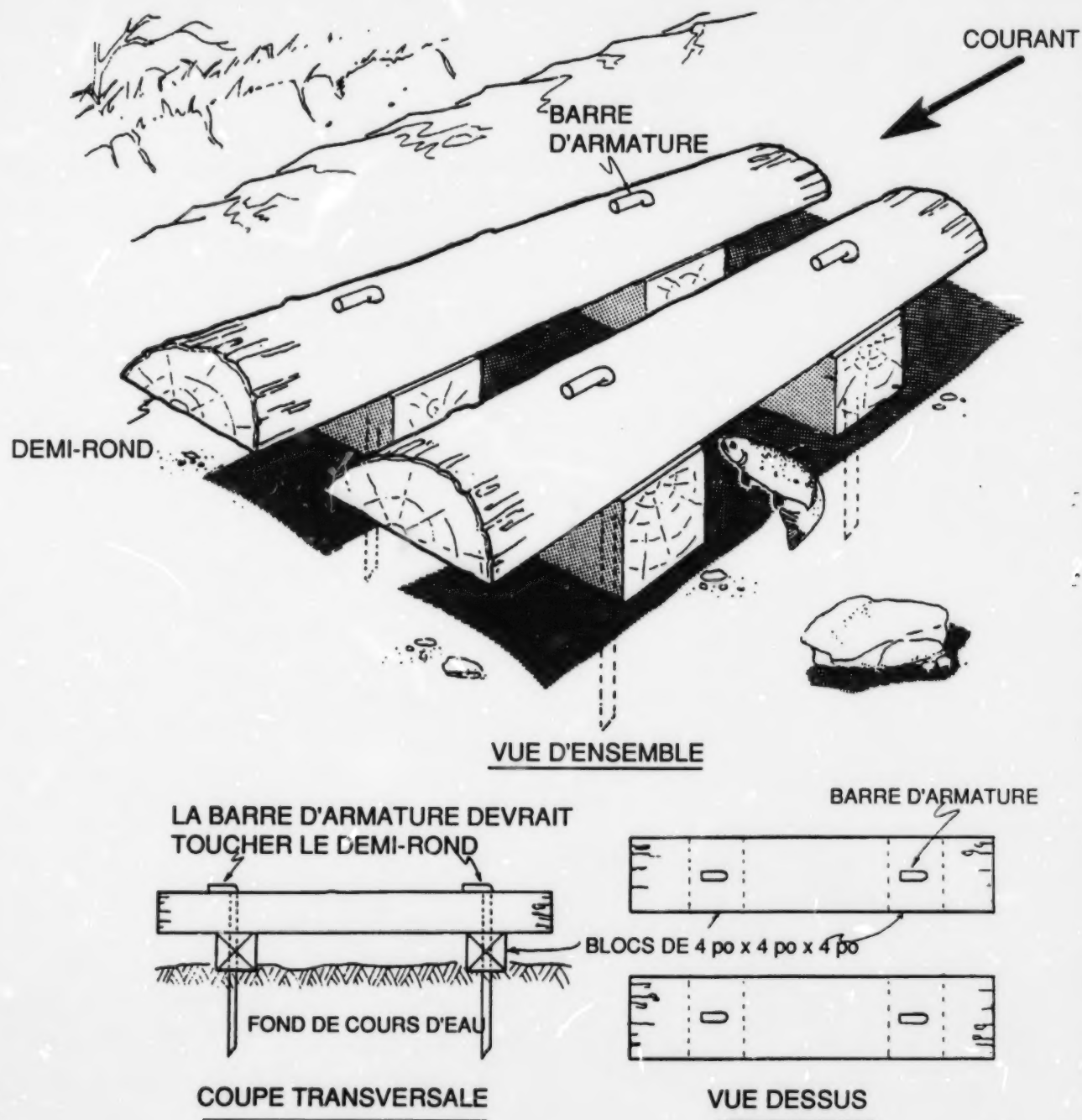
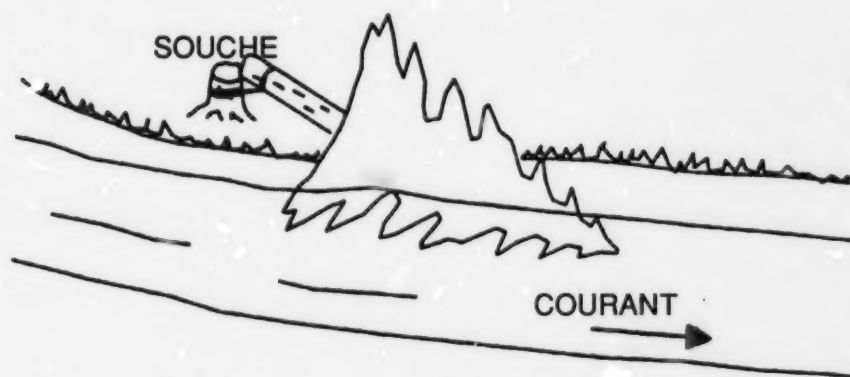


FIGURE D-1: INSTALLATION DE DEMI-RONDS DANS UN COURS D'EAU

FICHE DOCUMENTAIRE -D-

ABRIS DE BOIS CONSTRUITS DANS LES COURS D'EAU

VUE D'ENSEMBLE



COUPE TRANSVERSALE

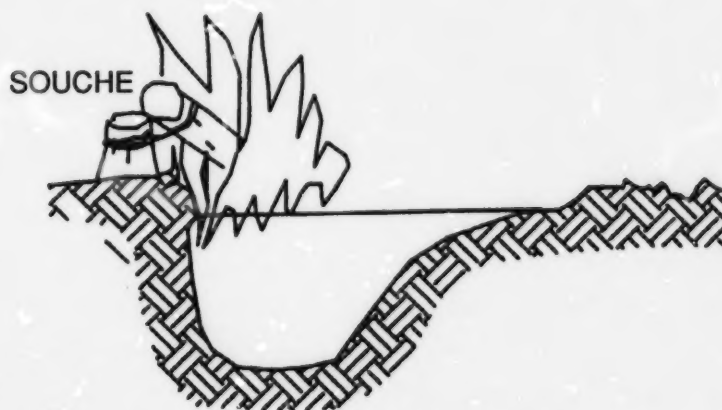


FIGURE D-2: INSTALLATION D'ARBRES POUR CRÉER UN ABRIS DANS UN COURS D'EAU

*** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES.

1.0 DESCRIPTION

Un obstacle de basse chute est une structure construite en travers d'un cours d'eau, perpendiculairement au courant. Elle a pour objet de faire converger l'eau vers le centre du cours d'eau, afin de créer une petite chute. Il en résulte la formation d'une cavité au pied du barrage, ce qui donne lieu à une petite fosse connue sous le nom de marmite de géants. Le gravier charrié par le courant à partir de la cavité et déposé en aval peut constituer des frayères acceptables.

Plusieurs centimètres d'eau devraient s'écouler au-dessus de l'obstacle pendant la plus grande partie de l'année. L'obstacle ne devrait pas retenir l'eau et former un réservoir, l'objectif étant plutôt de créer une petite fosse au pied de la chute. Les barrages sont pourvus de déversoirs, qui permettent au poisson de migrer en amont durant les périodes de faible débit.

2.0 OBJET

Des barrages ou obstacles sont souvent utilisés pour contenir l'eau, empêchant du même coup le passage du poisson. Par contre, l'obstacle de basse chute est employé pour accroître l'habitat du poisson. La structure et la marmite de géants pratiquée au-dessous d'elle, constituent un refuge pour le poisson. L'eau de la marmite de géants préserve l'habitat du poisson en période de faible débit. La vague permanente qui se produit dans la marmite permet au poisson de sauter par-dessus l'obstacle de basse chute (voir figure E-2).

3.0 CONDITIONS LE CAS ÉCHEANT

Cette technique devrait être employée dans les circonstances suivantes:

- a. cours d'eau de moins de 4,5 m (15 pi) de large en période de hautes eaux;
- b. cours d'eau dont les fosses constituent moins de la moitié de la surface (l'habitat des cours d'eau devrait être composé pour moitié de seuils et pour moitié de fosses);
- c. cours d'eau ou portion de cours d'eau relativement droit, plat et uniforme, peu profond en période de basses eaux (10 à 15 cm, ou 2 à 6 po), habituellement entre la fin de juillet et la fin de septembre;
- d. existence d'une portion dans laquelle le lit du cours d'eau est constitué d'une épaisse couche de sable et de gravier ayant au moins deux fois la profondeur de la digue prévue;
- e. des portions dont la pente est au moins modérée;
- f. des portions dont les rives sont d'environ 0,75 m à 1,3 m (2 pi à 4 pi) de hauteur pour un cours d'eau dont la largeur se situe entre 1,6 m et 3,3 m (de 5 pi à 11 pi);
- g. des portions dont les rives, de chaque côté de la structure, présentent une pente d'au moins 45 degrés, afin d'éviter un débordement;
- h. des cours d'eau dont les rives se composent de matériaux stables, par exemple une végétation d'arbustes, des roches solides, des pierres, des racines d'arbres, des plantes diverses;
- i. des portions dont les fosses naturelles et les frayères ne seront pas troublées;
- j. des portions où il n'y a pas de castors. Ils pourraient utiliser la digue pour obstruer complètement le cours d'eau, empêchant ainsi le passage du poisson.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

- a. Les digues ne doivent pas constituer un obstacle dépassant 30 cm de hauteur (12 po).
- b. Le courant devrait être orienté vers le centre de la digue, afin de réduire l'érosion des rives. Des déversoirs construits dans la digue répondent à cet objectif.
- c. La largeur de l'ouverture de la digue ne devrait pas être inférieure à la largeur de la portion la plus étroite du cours d'eau à cet endroit.
- d. Protéger la rive en amont et en aval de chaque digue, en y installant des billes ou des roches.
- e. Pour retarder la pourriture du bois, construire la digue de façon à immerger la plus grande partie de la structure.
- f. Pour construire la digue, utiliser du bois tendre. Le cèdre et le mélèze résistent très bien à la pourriture.
- g. La digue devrait être enfoncée d'au moins 30 cm (12 po) dans le lit du cours d'eau.
- h. De préférence, l'eau ne devrait pas être captée en amont d'une digue. Si cela n'est pas possible, s'assurer que la longueur de la fosse ne dépasse pas cinq fois la largeur du canal.
- i. En principe, une marmite de géants constituera 1,25 fois la hauteur de la cascade (profondeur idéale pour faciliter le passage du poisson). Elle devrait avoir une profondeur d'au moins 60 cm (2 pi) et une longueur d'au moins 3 m (10 pi).

- j. Ne pas construire la digue trop près d'un affluent, qu'il s'agisse d'une source ou d'un ruisseau. Durant les inondations, le débit de ces petits cours d'eau s'ajoute au débit du cours d'eau principal, ce qui peut endommager la digue ou les rives.
- k. Construire les digues à au moins 23 m (75 pi) les unes des autres. Séparer les petites digues d'une distance équivalant à 5 ou 7 fois la largeur moyenne de la portion du cours d'eau.
- l. Les digues constituées de roches sont les meilleures pour les cours d'eau à pente forte, puisqu'elles peuvent résister alors à des courants plus forts.
- m. Les travaux devraient être exécutés au cours des périodes de faible débit, durant l'été.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

5.1 Dignes formées de roches (voir figure E-1)

Ce genre de digues convient parfaitement aux portions de cours d'eau dont la pente est faible, les courants plus forts des cours d'eau à pente élevée pouvant déplacer les rochers et endommager la digue.

- a. Choisir un endroit adéquat pour construire la digue.
- b. Creuser une tranchée en travers du cours d'eau. Le centre de la digue devrait être situé plus en amont et être plus profond que les bords situés près des rives. Cela permettra de dériver le courant vers le centre du cours d'eau, réduisant ainsi l'érosion des rives.
- c. Construire la base à l'aide de plusieurs rangées de roches, sans oublier que la coupe transversale de la digue doit être triangulaire. La pente des côtés d'amont ne devrait pas dépasser environ 30 degrés. Un sommet étroit convient mieux pour le passage du poisson.
- d. Les roches devraient se bloquer les unes les autres ou être placées à la main pour assurer leur stabilité.
- e. Les grosses roches devraient être placées sur la lisière d'aval de la digue afin de constituer un point d'appui pour les roches plus petites et former des abris.
- f. Les roches les plus grosses devraient être placées au centre de la digue ou à l'endroit où le courant est le plus rapide.
- g. Remplir les crevasses du côté d'amont de la digue avec du sable et du gravier.
- h. Installer une toile filtrante sous la base et le long de la lisière d'amont de la digue, afin d'empêcher sa détérioration. La recouvrir avec des petites roches et du gravier.
- i. Un enrochement devrait être installé le long des rives, aux extrémités de la digue.
- j. Si l'on construit une série de digues formée de roches, il convient de commencer en aval, ce qui permettra de voir la quantité d'eau qui sera captée au-dessus de chaque digue.

5.2 Barrage de madriers avec bille simple (voir figure E-4)

Ce barrage est conçu pour des cours d'eau dont la largeur se situe entre 1,5 m et 3 m (5 pi à 10 pi). Une variation de ce barrage est le barrage de roches, avec bille simple, construit exactement de la même façon, mais sans les madriers (voir figure E-5).

5.2.1 Nivellement du lit du cours d'eau et creusement des rives

- a. Le cours d'eau devrait être nivelé à la main, d'une rive à l'autre, sur une bande de 75 cm (30 po) de large. Prendre bien soin de le rendre aussi uni que possible.
- b. Creuser des trous dans les rives aux limites d'amont et d'aval de l'endroit ainsi nivelé, en prévision de l'installation des billes en travers du lit du cours d'eau. Les trous devraient avoir une largeur se situant entre 30 cm et 40 cm (12 po à 16 po) et ils devraient être pratiqués sur une profondeur de 1,4 m (4,6 pi) dans la rive.

5.2.2 Construction du châssis

En gardant à l'esprit que les tailles données visent les cours d'eau les plus petits (en général, plus important sera le cours d'eau, plus gros seront les matériaux nécessaires), on aura besoin des morceaux de bois suivants:

- 1) poutre transversale - 10 cm (4 po) de diamètre
 - 2) renforts longitudinaux - 5 cm (2 po) de diamètre, 75 cm (30 po) de longueur
 - 3) bille simple - 15 cm à 20 cm (6 po à 8 po) de diamètre
 - 4) renforts verticaux - 5 cm (2 po) de diamètre.
- a. Loger une poutre transversale (non illustrée sur le diagramme) à l'intérieur d'une tranchée creusée au préalable dans le lit du cours d'eau, en insérant ses extrémités dans les trous creusés dans la rive, à la lisière d'amont de l'endroit considéré.
 - b. Placer les renforts longitudinaux perpendiculairement à la poutre transversale. Clouer l'extrémité d'amont des renforts au côté d'aval de la poutre transversale, à intervalles de 45 cm (18 po).

c. Placer une bille simple à la limite d'aval de l'endroit concerné, sur l'extrémité d'aval des renforts longitudinaux. Insérer les extrémités de la bille à l'intérieur des trous creusés dans la rive. Des tranchées devraient être creusées dans le fond du cours d'eau afin d'y encastrer complètement les renforts longitudinaux.

d. Utiliser des morceaux de bois de petites dimensions comme renforts verticaux (non illustrés sur le diagramme). Clouer l'extrémité supérieure de chaque renfort au centre de la bille. Clouer les renforts verticaux aux renforts longitudinaux de telle sorte que les extrémités des renforts verticaux se prolongent légèrement au-delà du centre de la bille transversale, et de 30 cm (12 po) au-dessous de celle-ci, et qu'elles puissent être enfoncées dans le lit du cours d'eau.

Lorsqu'on utilise des matériaux assez gros, on peut utiliser une barre d'armature (de 10 à 15 mm de diamètre, soit 3/8 po à 1/2 po) pour bien fixer la structure au lit du cours d'eau. Des trous assez gros peuvent être pratiqués dans la poutre transversale et dans la bille simple, si elle est de grandes dimensions, afin que la barre d'armature puisse traverser les billes et être enfoncée dans le fond du cours d'eau. La barre d'armature devrait avoir une longueur se situant entre 1 m et 1,5 m (3 à 5 pi). Laisser environ 10 à 15 cm (4 à 6 po) de la tige dépasser au-dessus des billes (après enfoncement dans le lit du cours d'eau), puis recourber cette portion de la tige (dans le sens d'aval) afin de bien assujettir les billes.

e. Utiliser d'autres sections de billes, d'un diamètre allant de 10 à 15 cm (4 à 6 po), pour bien soutenir la bille principale, tant du côté d'amont que du côté d'aval, comme l'illustre la figure E-4.

5.2.3 Construction du déversoir

Si l'on veut un déversoir, il faut le construire avant d'installer la base de madriers.

a. Pratiquer une rainure dans le centre de la bille simple, en lui donnant une longueur de 20 à 40 cm (de 8 à 16 po.) et une profondeur de 2,5 à 4 cm (de 1 à 1,5 po).

b. Fixer un morceau de bois de 10 à 12 cm (4 à 5 po.) de diamètre, parallèlement à la bille, vis-à-vis de la rainure. Les madriers seront cloués à ce morceau de bois de la même façon qu'ils le sont au sommet de la bille.

c. Le sommet de ce morceau de bois doit être plat et disposé assez bas pour que les madriers qui y sont cloués soient de niveau avec la rainure.

d. L'espace entre les madriers qui forment la rainure et ceux qui sont cloués à la bille doit être scellé à l'aide d'une planche coupée en forme de triangle.

5.2.4 Construction du plancher de madriers

Construire le plancher à l'aide de madriers de bois tendre (sapin, mélèze, épicéa, etc.) ayant une épaisseur de 3,8 cm (1,5 po) et une longueur de 1,2 m (4 pi).

a. Creuser un trou ayant une largeur maximale d'un mètre (3,3 pi) et une profondeur de 30 cm (1 pi), d'une rive à l'autre du lit du cours d'eau, en amont du châssis déjà construit.

b. Clouer les madriers de telle sorte qu'ils ne dépassent pas le sommet de la bille simple.

c. Les madriers des extrémités devraient si possible être enfoncés dans les rives (la moitié de leur largeur devrait suffire). Si cela est impossible, les placer aussi près de la rive que possible. Il est très important que l'eau ne s'infiltre pas dans la rive.

d. Remplir l'espace sous les madriers, en amont de la poutre transversale, avec le sable et le gravier extraits du cours d'eau au cours du creusage. Remplir le trou creusé à l'extrémité du plancher de madriers avec ce qui reste de sable et de gravier. Recouvrir l'endroit de pierres plates ou de gros gravier pour que l'ensemble résiste mieux au courant.

e. Pour un résultat optimal, construire le plancher de madriers avec deux couches de bois. Étendre une feuille de plastique entre les couches afin d'empêcher les écoulements et de réduire l'affouillement de la structure.

f. Le plancher de madriers et la structure d'appui devraient former un angle d'environ 20 degrés, afin d'offrir une résistance maximum à la pression de l'eau durant les inondations.

5.2.5 Protection des rives (voir également la fiche documentaire "F")

Pour protéger la rive contre les inondations et le mouvement des glaces, un enrochement ou un encoffrement peut être pratiqué sur les côtés d'amont et d'aval de la digue. La structure en question devrait être au moins aussi élevée que la rive du cours d'eau. L'encoffrement devrait être fait de cèdre, d'épicéa rouge ou de mélèze.

L'encoffrement est plus difficile à construire que l'enrochement. Il permet de consolider la digue, de régler le débit d'eau et d'augmenter l'action de creusage de l'eau.

5.2.5.1 Enrochement

a. L'enrochement devrait être placé à 1,6 m (5 pi) en amont et en aval de chaque extrémité de la digue, jusqu'à la ligne des inondations printanières. Couvrir les rochers avec de la terre, puis faire pousser des végétaux à cet endroit pour une meilleure protection des rives.

b. Pour construire l'enrochement, employer des roches plates et oblongues pesant de 100 à 125 kg (220 lb à 275 lb) sur la section d'amont de la digue. Pour la section d'aval, utilisez des roches lourdes et anguleuses.

5.2.5.2 Encoffrement

a. On peut employer un encoffrement sur la section d'amont de la digue, pour construire des déversoirs. D'abord, placez une bille de 4 m (13 pi) de long et de 20 cm (8 po) de diamètre le long de la rive. La clouer à la digue, à 15 cm (6 po) du bord de la rive.

b. Une deuxième bille, puis une troisième, peuvent être placées sur le sommet de la première bille.

c. Trois ou quatre renforts (d'au moins 1 m, ou 3 pi, de long) devraient être cloués, à une de leurs extrémités, à la bille du dessus, et, à l'autre extrémité, à des piquets enfoncés d'un mètre (3 pi) dans la rive.

d. Placer des billes de petite taille parallèlement aux renforts, le long du sommet de la digue, de façon qu'elles rejoignent les billes formant le déversoir. Fixer ces billes en les clouant.

e. Remplir l'espace vide, entre les billes et la rive, d'abord avec une couche de toile filtrante, puis avec du gravier et des cailloux jusqu'au sommet des renforts.

f. Si l'on construit l'encoffrement en aval de la digue, les billes ne devraient pas avoir de plus de 2 m (7 pi) de long, et elles devraient être placées contre la rive du cours d'eau.

g. Placez de grosses roches dans le voisinage des déversoirs de l'encoffrement, afin que l'eau ne puisse s'écouler derrière la structure. Si une structure est construite sur le côté d'aval de la digue, des roches devraient être installés à l'endroit où les murs de la structure et la rive se rejoignent.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Les problèmes les plus importants qui se posent après la construction d'une digue sont l'érosion des rives et l'affaissement de la structure. Ce sont des problèmes que l'on peut éviter en construisant la digue comme il faut. Assurez-vous que la rive du cours d'eau est bien stabilisée, en procédant à un enrochement ou un encoffrement.

L'affaissement résulte du courant dans la marmite de géants, un courant qui s'exerce vers le haut et vers le bas de la digue, ce qui conduit à l'érosion du lit du cours d'eau. Ce phénomène procure des abris pour le poisson, mais il peut éventuellement conduire à l'effondrement de la structure.

Un autre problème possible est la pourriture du bois par suite de l'assèchement et de l'immersion qu'entraînent les niveaux variables de l'eau. On peut résoudre une bonne partie du problème en utilisant du bois tendre et en immergeant la structure le plus possible.

Les obstacles de basse chute devraient être vérifiés à chaque printemps pour voir si des problèmes se manifestent, comme l'érosion ou la pourriture.

7.0 FACTEURS DE COUT

La construction de telles structures demande beaucoup de travail. Le coût de la main-d'oeuvre est donc un facteur important. Il faut aussi pouvoir se procurer les matériaux qu'il faut.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

- a. Les obstacles de basse chute peuvent être construits à l'aide de matériaux de base, des matériaux que l'on peut se procurer localement.
- b. Ils constituent une solution de remplacement aux déflecteurs en éperon, utilisés dans les ruisseaux dont la pente est plus prononcée.
- c. La marmite de géants fournit un habitat en période de faible débit.

- d. Un habitat est constitué tant au-dessus qu'au-dessous de l'obstacle.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

- a. La construction de telles structures demande beaucoup de travail.
- b. Les obstacles doivent être vérifiés périodiquement pour voir s'ils sont endommagés, et il faut, le cas échéant, les réparer.
- c. L'installation de grosses roches nécessite l'emploi d'un équipement lourd.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

Des obstacles de basse chute ont été construits sur le ruisseau Sandy, affluent de la rivière Canoose, près de Saint Stephen, ainsi que sur le ruisseau Sucker, près de Canterbury. Ces petites digues ont été construites en bois. L'obstacle de basse chute construit sur le ruisseau Sandy est une simple structure formée d'une seule balle et pourvue d'un déversoir. En-dessous de la digue, on a utilisé une bâche plutôt qu'une toile filtrante, afin d'empêcher l'affaissement.

Une poutre carrée a été utilisée pour construire l'obstacle de basse chute sur le ruisseau Sucker. Une rainure y a été pratiquée pour que les madriers du côté d'amont de la digue puissent être élevés ou abaissés, selon le débit du cours d'eau. Du niveau des madriers, dépend la taille de la fosse en amont de la digue.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCES

Hubbs, Carl C., 1932.

Miller, J. G. et R. Tibbott, 1983.

Otis, Maurice B., 1958.

Paquet, Gilles, 1983.

Paquet, Gilles, 1986.

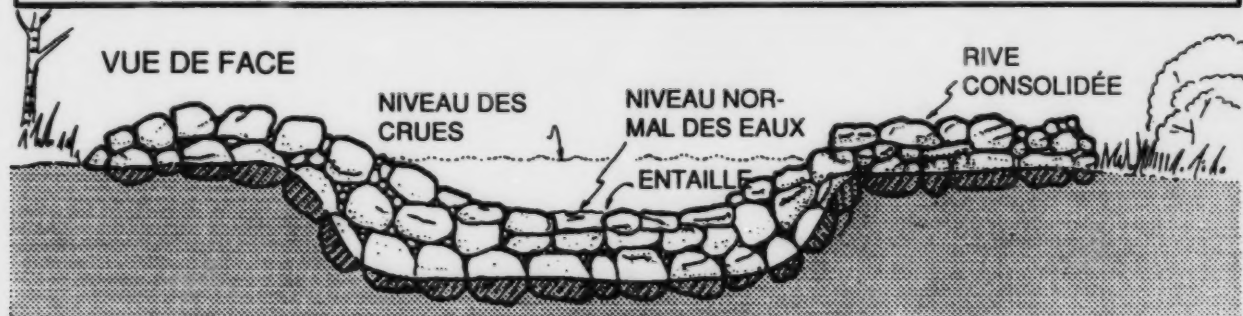
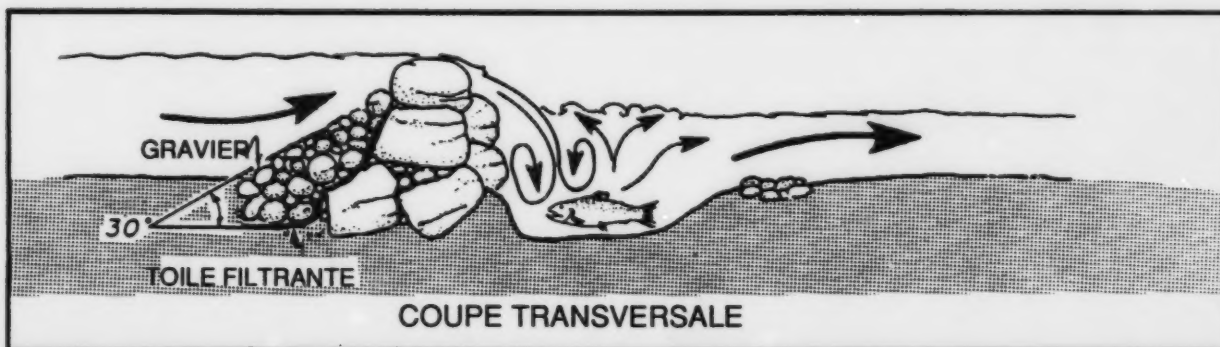
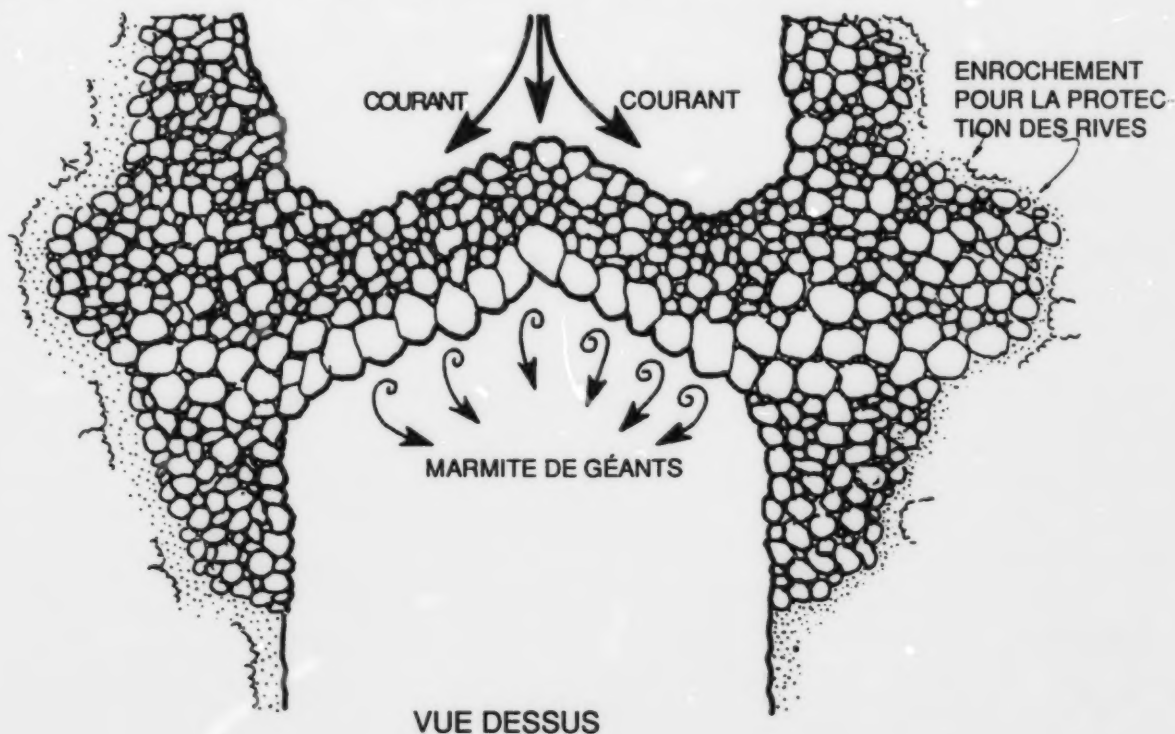
United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1979.

White, Ray J. et Oscar M. Brynildson, 1967.

Wingate, P.J. et autres, 1979.

FICHE DOCUMENTAIRE -E- OBSTACLE DE BASSE CHUTE: DIGUE FORMÉE DE ROCHES

FIGURE E-1: PERSPECTIVE D'UNE DIGUE FORMÉE DE ROCHES



FICHE DOCUMENTAIRE -E-
OBSTACLE DE BASSE CHUTE

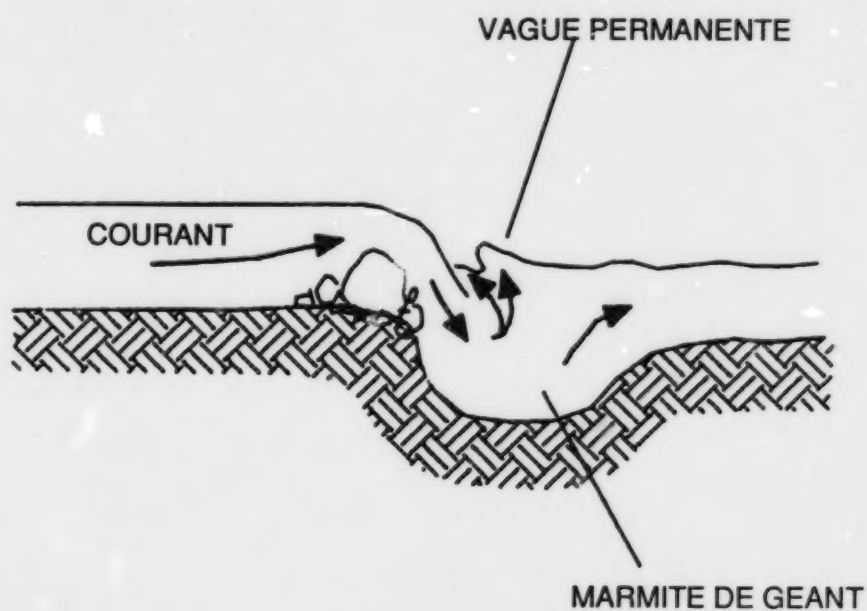


FIGURE E-2: COUPE TRANSVERSALE D'UN OBSTACLE DE BASSE CHUTE, MONTRANT LA MARMITE DE GEANT ET LA VAGUE PERMANENTE.

FICHE DOCUMENTAIRE -E-

OBSTACLE DE BASSE CHUTE: DIGUE DE MADRIERS AVEC BILLES SIMPLE

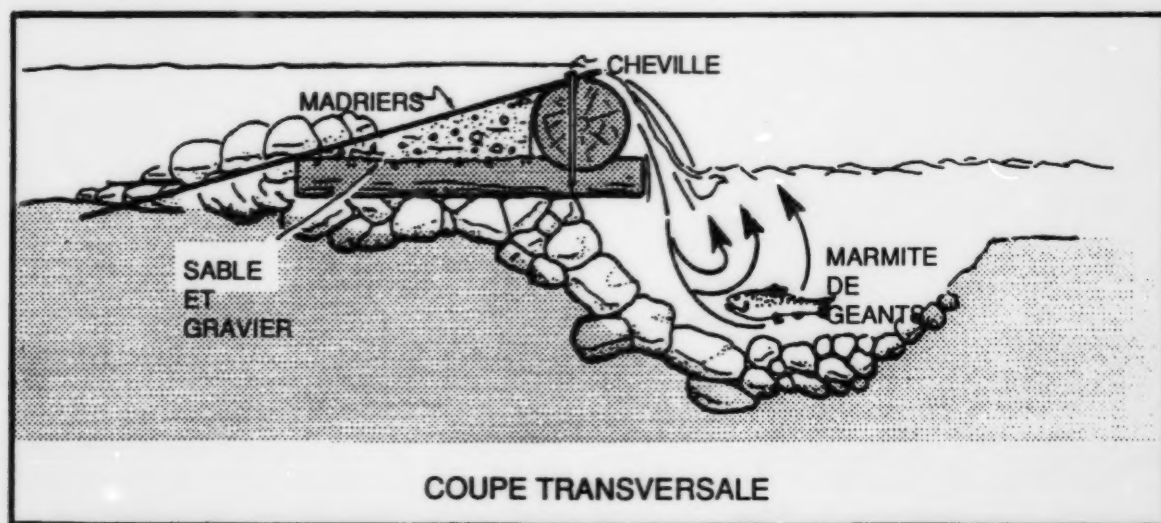
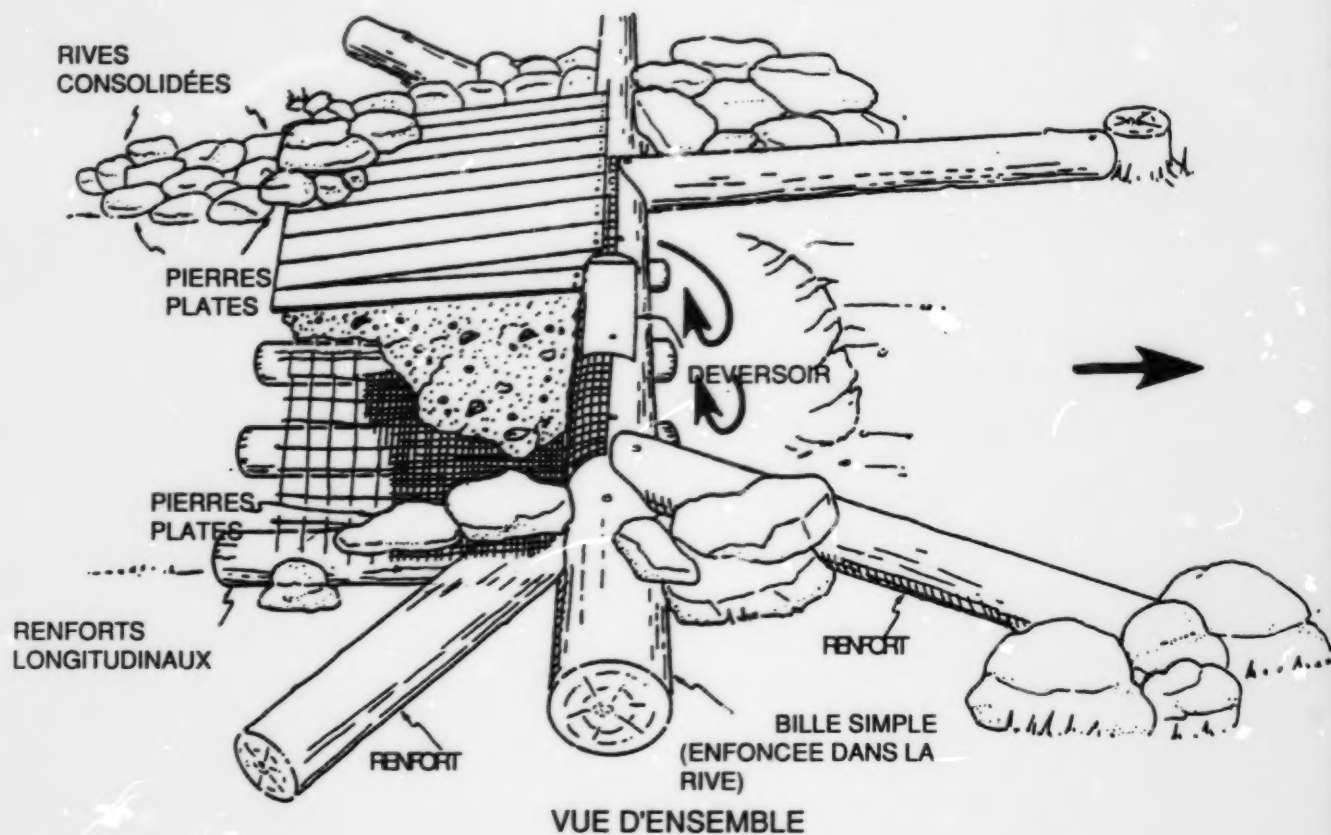
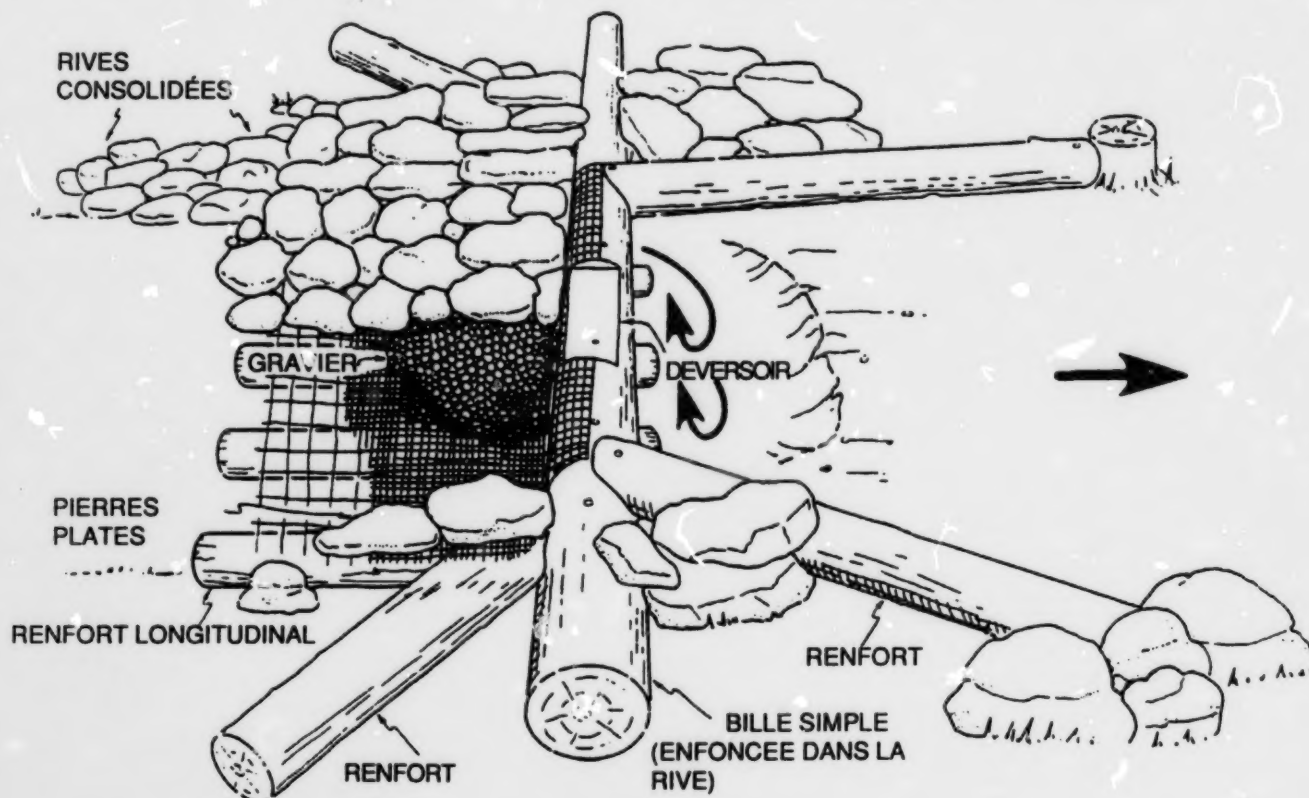
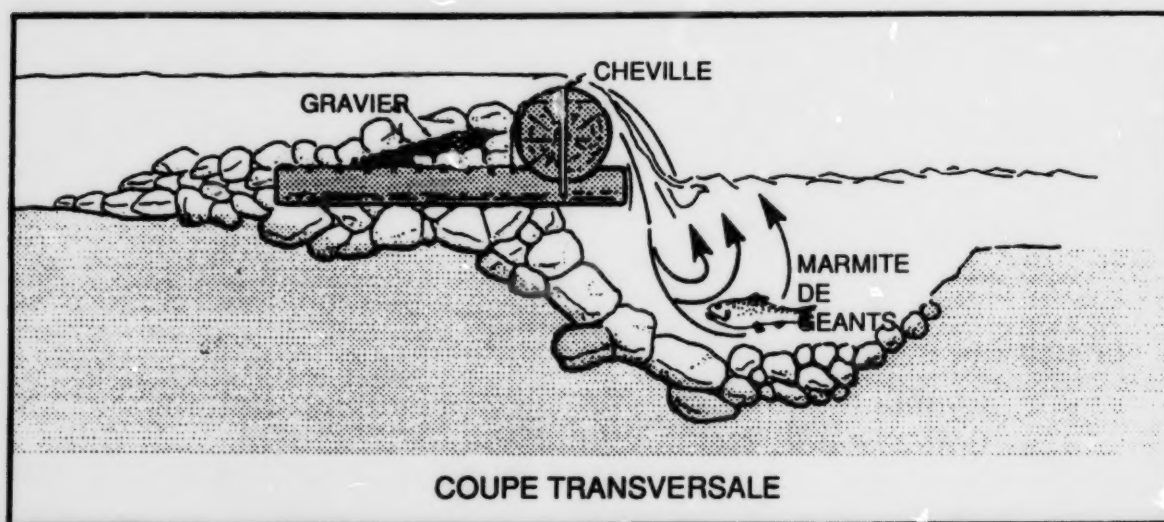


FIGURE E-4: DIGUE A BILLE SIMPLE, AVEC PLANCHER DE MADRIERS.

FICHE DOCUMENTAIRE -E- OBSTACLE DE BASSE CHUTE: DIGUE FORMEE DE ROCHES, AVEC BILLE SIMPLE



VUE D'ENSEMBLE



COUPE TRANSVERSALE

FIGURE E-5: DIGUE A BILLE SIMPLE, AVEC DES PIERRES PLATES PLUTOT QU'UN PLANCHER DE MADIERS.

**STABILISATION DES RIVES - ENCOFFREMENT ENROCHEMENT
ET GABIONS**

***** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMÉLIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS OBTENIR LES PERMIS NÉCESSAIRES.**

1.0 DESCRIPTION

Cette fiche documentaire présente trois techniques artificielles de stabilisation des rives basses. Ces techniques ne devraient être utilisées que lorsque la végétation ne peut soutenir elle-même les rives. Se référer à la fiche documentaire B. Peut-être voudrez-vous consulter un ingénieur avant de recourir aux techniques suivantes pour être sûr de bien les employer.

L'**encoffrement**, qui consiste en billes et en barres d'armature, stabilise les rives en état d'érosion et peut même réduire la largeur d'un cours d'eau. L'**enrochement** fournit une protection immédiate contre l'érosion des rives, tout en permettant l'infiltration de l'eau du dessus de la rive ou au travers de celle-ci. Le revêtement rocheux s'effectue par le déchargement au hasard, ou le placement manuel, de roches dont la taille est déterminée. Le **revêtement à l'aide de gablons** consiste en paniers de fil de fer construits au préalable, dans lesquels on place des roches. C'est une technique utile lorsque les pentes sont trop escarpées pour un revêtement rocheux ou lorsque l'on ne dispose pas de roches adaptées à ce procédé.

2.0 OBJET

L'encoffrement, l'enrochement et le gabionnage sont des procédés qui permettent de stabiliser des rives travaillées par l'érosion, de rétrécir la largeur d'un cours d'eau et de protéger l'habitat du poisson. Le recours à l'une de ces trois techniques de stabilisation des rives basses dépend du problème à résoudre et de l'existence des matériaux requis.

Les rives d'un cours d'eau se composent de sable, de terre ou de gravier, des matières qu'érode facilement l'eau courante. Les rives érodées d'un cours d'eau sont souvent caractérisées par des parois

escarpées auxquelles s'accrochent, éparpillés, des détritux ou des graviers d'origine naturelle. Des herbages peuvent être clairsemés aux pieds de la rive.

L'érosion des rives (voir figure F-1) peut se produire

- a. si le canal du cours d'eau est modifié mécaniquement et que l'eau s'écoule sur la terre nue;
- b. si la couverture protectrice que constitue la végétation est enlevée des rives par broutement excessif des troupeaux ou par brûlage;
- c. si des obstacles artificiels sont installés dans le canal du cours d'eau (ils peuvent entraîner la dérivation du courant vers les rives);
- d. si des arbres tombés ou des rochers forcent la dérivation du courant vers les rives;
- e. par l'effet des infiltrations souterraines, voire de l'écoulement des eaux de surface (les particules libérées par l'érosion seront probablement transportées en période de débit élevé);
- f. sous l'action des glaces au printemps;
- g. si le débit du cours d'eau travaille les rives et les rend instables.

Les effets de l'érosion des rives sont les suivants:

- a. Un excès d'alluvions affecte l'habitat du poisson, entraînant une diminution des populations de poissons.
- b. Les alluvions peuvent boucher le canal du cours d'eau, réduisant ainsi la capacité du canal et augmentant les risques d'inondation.
- c. Les alluvions qui proviennent de l'érosion des rives et qui sont déposés en aval dans les seuils et dans les fosses étoufferont les organismes aquatiques dont le poisson se nourrit.
- d. Le limon se fixera dans le gravier des frayères, empêchant la pénétration de l'eau chargée d'oxygène et étouffant les oeufs.
- e. Il y aura moins de refuges à mesure que les fosses se rempliront d'alluvions. Les fosses profondes constituent souvent des abris pour le poisson adulte.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

On utilise l'encoffrement, l'enrochement et le gabionnage pour assurer la protection des rives lorsque la végétation n'est pas en mesure, à elle seule, d'empêcher l'érosion. Il en sera ainsi, par exemple, lorsqu'un endroit est immergé pendant une période relativement longue ou lorsque les matériaux composant les rives ne sont pas propices à la végétation.

3.1 On peut utiliser l'encoffrement dans les cours d'eau présentant les caractères suivants:

- a. pente faible à modérée;
- b. largeur inférieure à 15 m (50 pi);
- c. inondation légère ou modérée;
- d. la hauteur des rives à stabiliser ne dépasse pas 1 m (1 pi).

3.2 On peut utiliser la méthode de l'enrochement:

- a. lorsque la hauteur de la rive à stabiliser est inférieure à 3 m;
- b. lorsque la dénivellation ne dépasse pas le rapport de 2 pour 1;
- c. lorsque la vitesse du courant ne dépasse pas 3,5 m/s (11,5 pi/s).

3.3 On peut utiliser la méthode du gabionnage:

- a. lorsque la hauteur de la rive à stabiliser est inférieure à 3 m;
- b. lorsque la pente la moins forte de la rive est supérieure au rapport de 2 pour 1;
- c. lorsque l'on ne dispose pas de roches dont la taille et le genre conviennent pour un enrochement.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

On devrait procéder à l'étude du cours d'eau pour déterminer la cause de l'érosion des rives, le niveau de protection requis contre l'érosion, finalement la pente de la rive, laquelle dictera la technique à utiliser. Si l'érosion des rives résultent d'une détérioration du lit du cours d'eau, il convient d'examiner l'instabilité du lit avant de choisir une méthode de protection. Si l'on omet cette procédure, on aura peut-être fait des efforts inutiles. Il s'agit de techniques qui sont conçues pour résister à des débits de pointe. On devrait procéder à la confection des structures au milieu de l'été, lorsque le débit est faible. Il ne faut pas oublier de vérifier l'amont de l'endroit considéré, afin de s'assurer que l'érosion n'est pas le résultat d'une autre cause possible.

4.1 Encoffrement

Pour stabiliser une rive, ériger un mur à l'aide de billes, sur toute la hauteur de la rive affectée par l'érosion (voir figure F-4). Pour rétrécir la largeur du cours d'eau, construire une structure assez basse pour que les hautes eaux puissent, au printemps, déborder par-dessus. Le mur fait office de déflecteurs durant l'été et l'automne. Construire la structure le long d'une rive où l'eau a une profondeur se situant entre 30 cm et

1 m (1 pi à 3,3 pi). La rive peut être située le long d'une portion rectiligne ou le long d'une courbure extérieure.

La structure devrait être assez large pour se prolonger dans le courant, mais sa largeur ne devrait pas dépasser 150 cm (60 po) à partir du bord de la rive (figure F-4).

Utilisez des bois qui résistent bien à la pourriture, comme le cèdre ou la pruche. Le diamètre des billes doit se situer entre 15 cm et 35 cm (6 po à 14 po). S'assurer que l'on dispose d'un nombre suffisant de billes pour couvrir toute la longueur de l'endroit touché par l'érosion et pour atteindre, par empilement, la hauteur originale de la rive. L'épaisseur du mur devrait correspondre au diamètre d'une bille. La zone de remblai devrait être en pente par rapport à la rive, pour permettre aux crues printanières de passer par-dessus la structure. Donner à la structure un profil bas.

Pour les points d'appui principaux employer de grosses barres d'armature ou des piquets de métal d'au moins 3,3 m (7 pi) de long. Enfoncer toute la longueur de la barre d'armature. Si l'on utilise des piquets de métal, forer un trou à 10 cm (4 po) du sommet pour y fixer le fil de fer. Sur les rives plus anciennes, employer des chevilles plus courtes en bois ou en métal afin de stabiliser l'encoffrement. On peut utiliser comme matériau d'amarrage du gros treillis métallique galvanisé dont le calibre se situe entre 9 et 16.

Pour remplir l'arrière de la structure, utiliser des branchages, des souches ou bien du bois pourri ou du gravier, selon ce que l'on peut trouver. Des fagots ou des fascines, composés de branches et de petites billes maintenues ensembles à l'aide de fil de fer ou de ficelle, constituent également de bons matériaux de remplissage. Les fascines devraient avoir une longueur se situant entre 1 m et 1,50 m (3,3 pi à 5 pi) et un diamètre de 30 cm (1 pi). Ne pas garnir les vides avec du limon.

4.2 Enrochement

La technique de l'enrochement présente plusieurs caractéristiques qui permettent d'enrayer l'érosion. Il s'agit de la taille des roches, de leur forme, de leur poids et de leur gradation, de la pente des côtés du canal, de la rugosité, de la forme et de l'alignement de l'ouvrage, ainsi que de l'épaisseur de la couche pierreuse. Il faut tenir compte de la pente des côtés du canal pour savoir si l'on doit utiliser la technique de l'enrochement ou celle du gabionnage (voir figures F-2 et F-3).

La conception d'un enrochement dépend principalement du genre de roches que l'on peut trouver et de leur quantité. Il ne faut jamais extraire les roches du lit du cours d'eau ou de la rivière. Choisir des roches dures et solides comme le granit, la roche abattue, la pierre des champs, les galets, les moraines et le

gravier. Ne jamais utiliser des roches tendres, comme le grès, parce que les résultats de vos travaux pourraient être de courte durée. Employer des roches anguleuses de tailles variées et les entasser les unes par-dessus les autres. Les roches de petites tailles rempliront les vides entre les roches de grandes tailles. Placer les grosses roches près du fond du cours d'eau et les roches plus petites au-dessus du niveau de l'eau. Les couches d'enrochement devraient avoir une épaisseur équivalant à au moins une fois et demie l'épaisseur des roches les plus grosses (épaisseur non inférieure à 30 cm) et s'étaler vers le sommet de la rive, jusqu'à environ 60 cm au-dessus du niveau des hautes eaux.

Il importe de fixer une toile filtrante tissée ou granuleuse entre les couches, afin d'empêcher ou de réduire l'affaissement du sol sous-jacent par suite des infiltrations souterraines ou de l'action des vagues. S'assurer que les roches ne rétrécissent pas la largeur du canal et qu'elles sont solidement fixées au sommet de la rive, au pied de l'installation, ainsi qu'aux extrémités d'amont et d'aval.

4.3 Gabionnage

On utilise la technique du gabionnage dans les cas où les rives à stabiliser sont trop escarpées pour y installer un enrochement ou un encoffrement, ou bien lorsque l'on ne dispose pas des roches de la forme et de la taille souhaitées pour un enrochement. On peut utiliser des paniers de plastiques ou des paniers galvanisés.

Lorsqu'on installe des gabions, il faut veiller à ce qu'ils soient bien fixés à la rive et il faut les remplir de rochers plus gros que la largeur du maillage du panier.

5.0 ETAPES DE LA MISE EN OEUVRE

5.1 Encoffrement

a. Déterminer l'endroit où la structure devrait être construite.

b. Marquer le bord extérieur de la nouvelle rive en enfonçant temporairement dans le cours d'eau des poteaux en bois. Prendre du recul et examiner le débit du courant le long de la lisière formée par les poteaux. Si les poteaux obstruent le débit du cours d'eau, il vous faudra ériger la charpente plus près de la rive. La structure devrait suivre le débit naturel de l'eau (voir figure F-5).

c. Avant de commencer les travaux, réunir à l'endroit indiqué les billes, les fascines, les barres d'armature, le fil de fer et tout autre matériel.

d. Commencer les travaux à la lisière d'amont de la future structure.

e. Enfoncer une rangée de piquets de métal dans le cours d'eau, à intervalle de 1 m à 1,5 m (3,3 pi à 5 pi), de telle sorte qu'ils soient inclinés dans le courant pour former un angle d'environ 10 degrés. On empêchera ainsi les billes de soulever les piquets hors de l'eau. Remplacer les poteaux temporaires en bois par des poteaux permanents en métal.

f. Enlever suffisamment de limon et de boue du lit du cours d'eau pour dénuder le gravier qui se trouve en-dessous. Placer les billes dans le lit du cours d'eau. Alors, à l'aide d'un fil de fer de clôture de gros calibre, attacher une rangée de billes aux poteaux de métal pour former un mur. Au moment d'attacher les billes ensemble, enrouler les extrémités du fil de fer comme pour former des huit (voir figure F-6).

g. Répéter l'étape (f) et superposer les billes jusqu'à environ 10 cm (4 po) du sommet des piquets de métal. Attacher les billes aux piquets de métal à l'aide de fil de fer, en passant celui-ci dans les interstices offerts par les billes horizontales.

h. Si les écoulements d'eau printaniers sont importants à cet endroit, enfoncer une deuxième rangée de piquets sur le côté des billes qui fait face à la rive. On augmentera ainsi la solidité de la structure.

i. Remplir l'espace entre le mur de billes et l'ancienne rive jusqu'à environ 15 cm (6 po) du sommet des piquets de métal. Pour combler l'espace, utiliser des branchages, des morceaux de billes et autres morceaux de bois, des mottes, des roches (mais non celles du lit du cours d'eau). Bien tasser le remplissage en le piétinant. Placer les matériaux les plus lourds sur le sommet afin de bien tenir en place les matériaux plus légers.

j. Enfoncer un jeu de piquets de bois ou de métal, en zigzag par rapport aux piquets principaux, à une distance d'environ 50 à 100 cm (2 pi à 3 pi) du bord de l'ancienne rive, en orientant l'enfoncement vers le cours d'eau. Relier les piquets à la rangée externe de piquets, à l'aide d'un fil de fer de clôture de gros calibre et à deux brins (figure F-7). Enterrer le fil de fer dans une tranchée peu profonde (voir figure F-8). La figure F-8 illustre un modèle croisé pour l'enveloppement du fil de fer. Renforcer la structure en insérant un morceau de bois entre les brins du fil de fer et en lui faisant faire plusieurs tours.

k. Recouvrir le câble d'ancrage avec des mottes de terre et des fascines de branchages. La portion extérieure des barres et piquets de métal devrait être pliée ou sectionnée, ou bien les barres et piquets devraient être enfoncés davantage. Placer un repère-tuyau au sommet de la barre d'armature.

I. C'est une structure qui devrait durer plusieurs années. Pour mieux soutenir la rive, on peut planter, derrière les billes placées sur le bord du cours d'eau, des arbustes à racines vigoureuses, par exemple des cornouillers stolonifères. Lorsque les racines auront achevé leur croissance, on aura alors une rive solide et permanente (voir figure F-9).

5.2 Enrochement (voir figure F-3)

5.2.1 Préparer l'installation de la façon suivante:

- a. Enlever les débris accumulés sur les lieux;
- b. Régulariser les rives selon le profil de la pente;
- c. Creuser une tranchée à l'éperon de l'ouvrage;
- d. Pratiquer une rigole pour l'infiltration des eaux si nécessaire;
- e. dériver le courant avec des sacs de sable, si possible.

5.2.2 Etendre d'abord le matériau filtrant, puis installer les rangées de roches;

- a. l'installation se fait à la main ou à la machine;
- b. la pleine épaisseur de l'ouvrage doit faire l'objet d'une seule opération;
- c. l'épaisseur de la portion de l'ouvrage située sous l'eau doit représenter 1,5 fois l'épaisseur de la portion de l'ouvrage située au-dessus de l'eau.

5.2.3 Il faut prévoir une nouvelle couverture végétale sur la pente. On pourra par exemple éparpiller, dans les interstices de l'enrochement, des boutures de cornouillers stolonifères et de saules. Les racines qui en résultent vont consolider la structure.

5.3 Gabionnage (voir figure F-2)

5.3.1 Les gabions:

- a. Peuvent être galvanisés ou bien en matière plastique. On utilise des gabions en matière plastique dans les situations plus graves.
- b. Disposer une rangée de paniers vides. Les attacher les uns aux autres, ainsi qu'à la rive.
- c. Remplir les paniers avec des roches plus grosses que les ouvertures du maillage.

- b. Disposer une rangée de paniers vides. Les attacher les uns aux autres, ainsi qu'à la rive.
- c. Remplir les paniers avec des roches plus grosses que les ouvertures du maillage.
- d. Si la profondeur du panier dépasse 30 cm, le remplir avec des morceaux de 30 cm afin d'éviter la déformation et de favoriser la durabilité de l'installation.
- e. Fermer et bien assujettir la première rangée.
- f. Répéter l'opération pour les rangées suivantes.
- g. Remplir les interstices entre la rive du cours d'eau et les paniers, puis planter des végétaux sur l'ensemble.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

6.1 Encoffrement

- a. La structure nécessitera un entretien chaque printemps et chaque automne.

6.2 Enrochement

- a. Un léger entretien est nécessaire une fois la structure mise en place.
- b. Vérifier régulièrement s'il y a affaissement et érosion des rives, aux endroits où les pièces de renfort se rejoignent.
- c. Remplacer les roches si elles se déplacent.

6.3 Gabionnage

- a. Vérifier régulièrement s'il y a affaissement et érosion des rives, aux endroits où les pièces de renfort se rejoignent.
- b. Corriger les défauts que présente le treillis des paniers.

7.0 FACTEURS DE COUT

7.1 Encoffrement

- a. possibilité de se procurer les bonnes espèces de bois et proximité de celles-ci par rapport au lieu des travaux;
- b. facilité d'accès à l'endroit des travaux et conditions de travail.

7.2 Enrochement

- a. genre de roches que l'on peut se procurer et proximité des roches;
- b. facilité d'accès au lieu des travaux et conditions de travail.

7.3 Gabionnage

- a. genre de roches de remplissage que l'on peut se procurer et proximité de telles roches;
- b. facilité d'accès au lieu des travaux et conditions de travail;
- c. emploi de paniers en matière plastique plutôt que de paniers galvanisés.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

8.1 Encoffrement

- a. Cette technique permet une excellente stabilisation des rives du cours d'eau.
- b. Les matériaux naturels utilisés sont bon marché.
- c. La structure s'accorde bien avec l'environnement naturel.

8.2 Enrochement

- a. Cette technique est peu coûteuse lorsqu'on peut se procurer les matériaux sur les lieux.
- b. La structure est facile à installer et elle ne requiert pas des connaissances spécialisées.

8.3 Gabionnage

- a. Les paniers sont stables;
- b. Ils sont relativement facile à installer.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

9.1 Encoffrement

- a. l'installation demande beaucoup de travail;
- b. l'application de la technique est limitée aux cours d'eau dont la largeur est inférieure à 15 m (50 pi);
- c. la structure ne pourra pas supporter une grande fluctuation du niveau de l'eau;
- d. la structure ne sera pas aussi durable qu'un enrochement;
- e. il faut l'entretenir chaque printemps et chaque automne;
- f. il se peut que l'endroit concerné n'offre pas le bois nécessaire.

9.2 Enrochement

- a. Un équipement lourd est nécessaire pour le transport des matériaux sur les lieux.
- b. Le problème de l'érosion peut se déplacer vers l'amont ou vers l'aval si la structure est mal installée.
- c. Il peut y avoir un affaissement des rives.
- d. Si les travaux sont d'importance, ils peuvent être coûteux.

- e. Si un camion est nécessaire pour le transport des roches, le coût des roches augmentera avec la distance parcourue.
- f. Du point de vue esthétique, le résultat final n'est pas toujours attrayant.

9.3 Gabionnage

- a. C'est une technique qui demande beaucoup de travail et qui est très coûteuse.
- b. Un équipement lourd est nécessaire pour transporter les roches s'il n'en existe pas sur les lieux.
- c. On peut avoir besoin d'aide pour la conception.
- d. Les paniers peuvent se détériorer (chaque dix ou vingt ans).
- e. L'installation peut manquer d'attrait et ne pas avoir une apparence naturelle, à moins qu'on ne la recouvre de végétaux.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

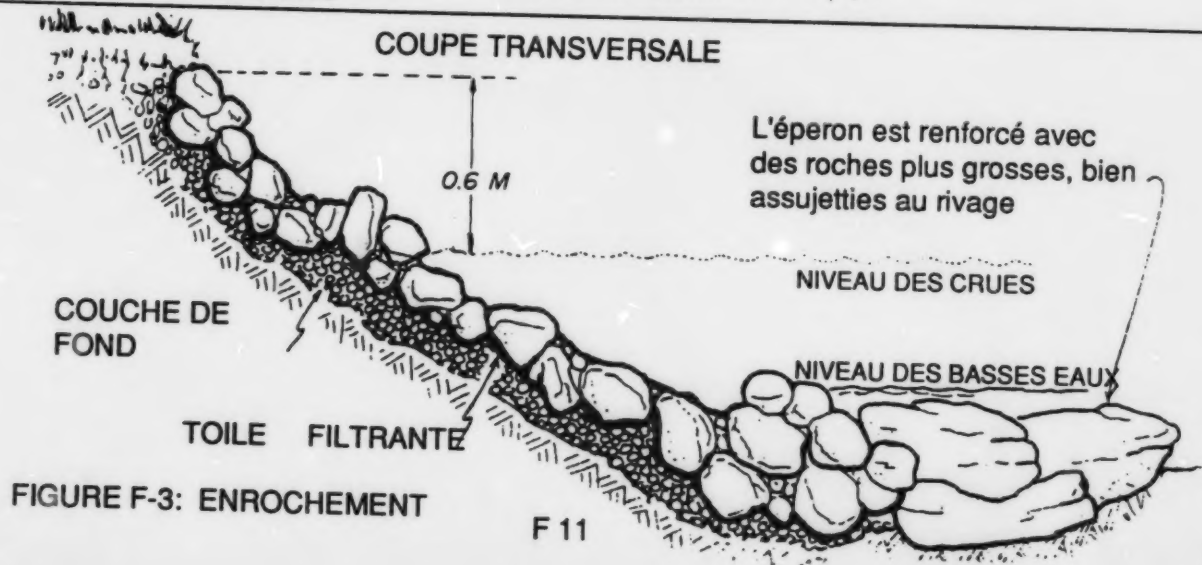
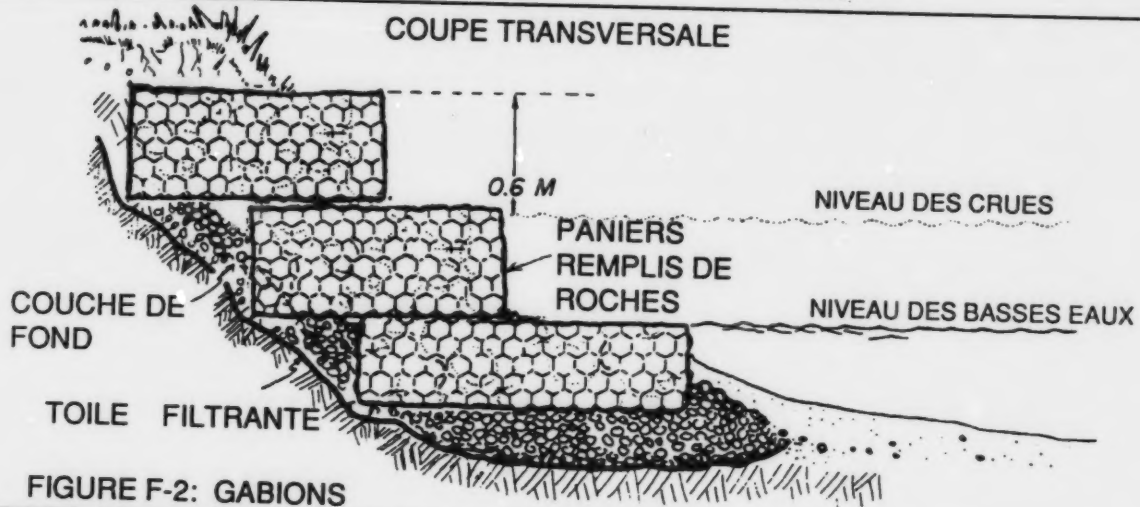
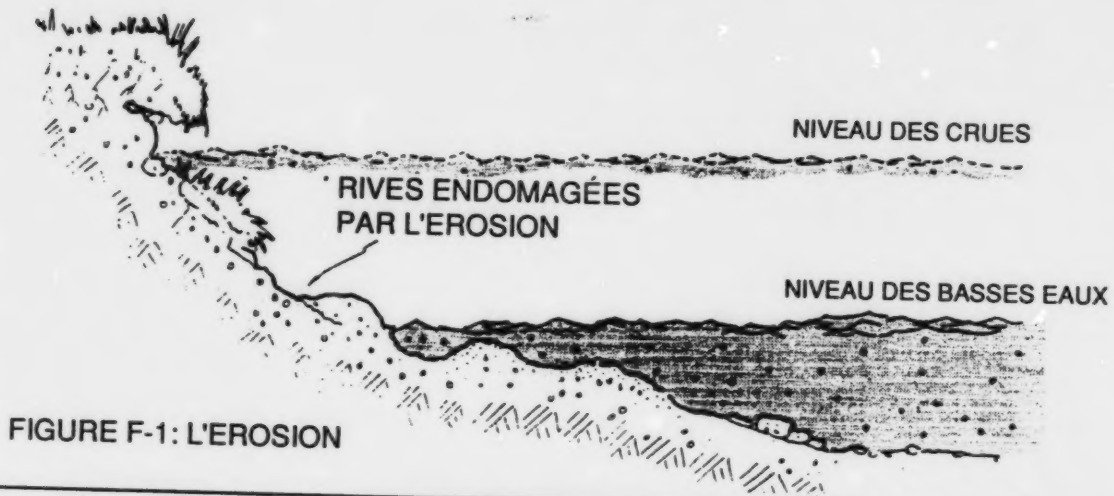
Le Centre d'amélioration de l'habitat du poisson a utilisé cette technique dans le ruisseau Sandy, près de Saint Stephen (Nouveau-Brunswick) afin de rétrécir un canal qui était trop large. En période de basses eaux, il n'y avait pas assez d'eau pour permettre le passage du poisson. Des encoffrements ont été construits de chaque côté du ruisseau afin de rétrécir la largeur du canal et d'augmenter la profondeur de l'eau. La technique de l'encoffrement a également été utilisée par le MRNENB et le CAHP à Dead Brook, près du lac Oromocto, pour renforcer une rive instable.

On a utilisé la technique de l'enrochement et celle du gabionnage pour la stabilisation des rives à plusieurs reprises au Nouveau-Brunswick et dans les autres provinces de l'Atlantique. Ces techniques ont été utilisées pour stabiliser les terres agricoles attaquées par l'érosion, les rives des cours d'eau aux culées des ponts, ainsi que les entrées et les sorties de ponceaux.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

- Binns, N. Allen, 1986.
- Gray, Donald H. et Andre T. Leiser, 1982.
- Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 1984.
- Otis, Maurice B., 1958.
- United States Department of the Interior, 1968.
- Washburn and Gillis Associates Ltd., 1986.

FICHE DOCUMENTAIRE -F- STABILISATION DES RIVES: GABIONS, ENROCHEMENT



FICHE DOCUMENTAIRE -F-

STABILISATION DES RIVES: ENCOFFREMENT

FIGURE F-4: L'ENCOFFREMENT EST CONSTRUIT JUSQU'AU NIVEAU DE LA RIVE ATTAQUEE PAR L'EROSION

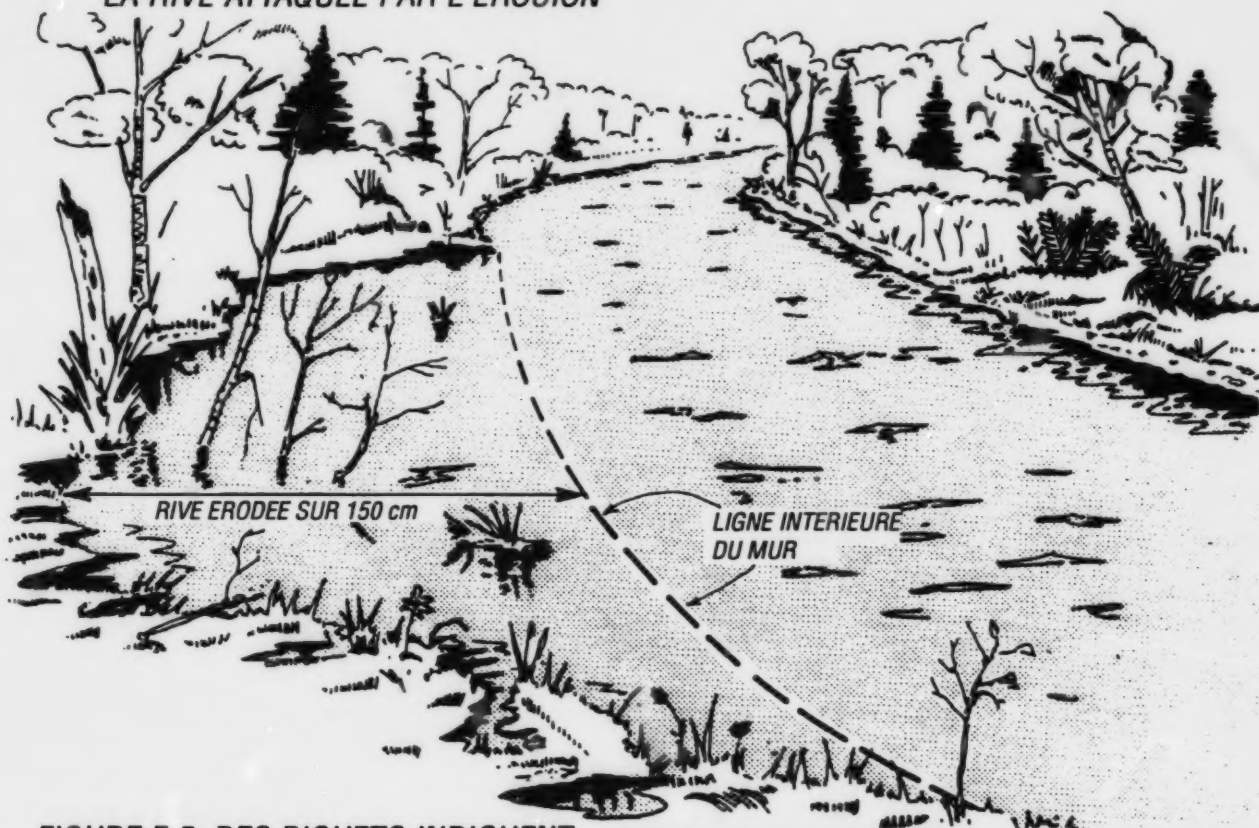


FIGURE F-5: DES PIQUETS INDICENT LA LISIERE DE LA NOUVELLE RIVE

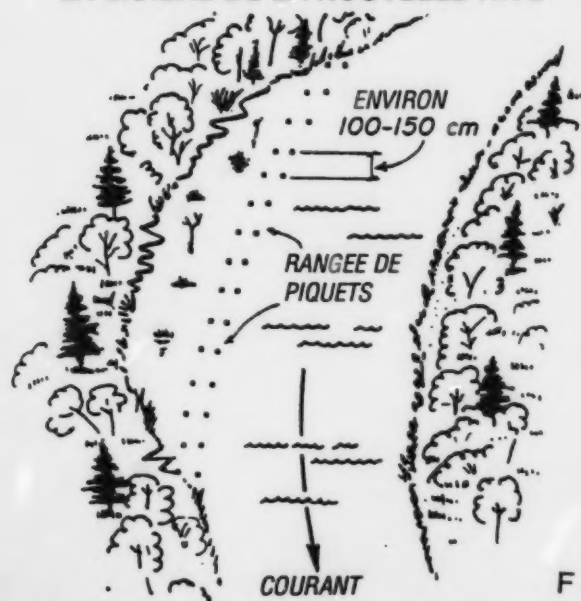
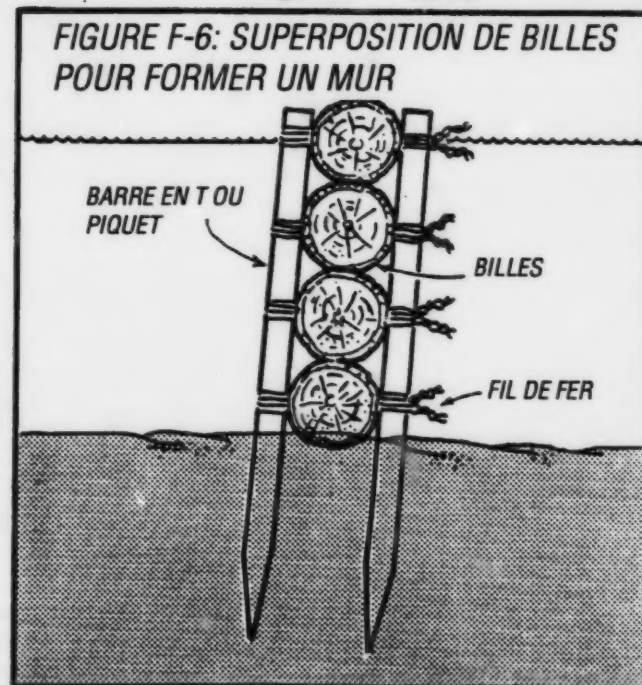


FIGURE F-6: SUPERPOSITION DE BILLES POUR FORMER UN MUR



FICHE DOCUMENTAIRE -F-

STABILISATION DES RIVES: ENCOFFREMENT

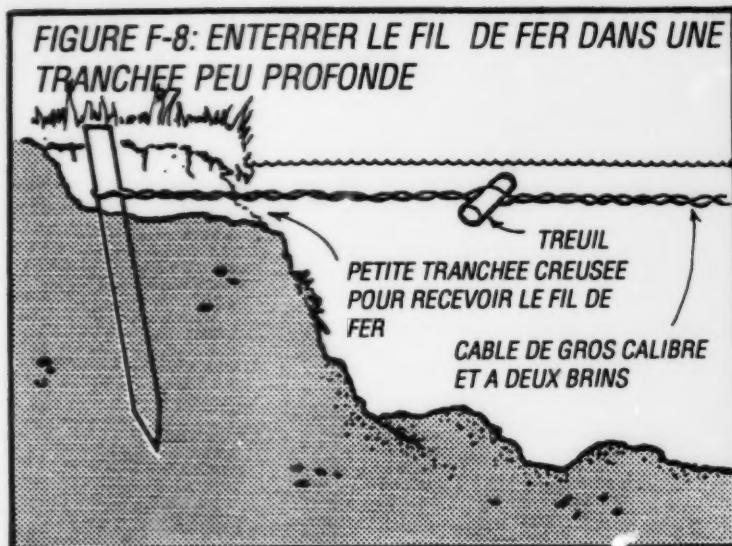
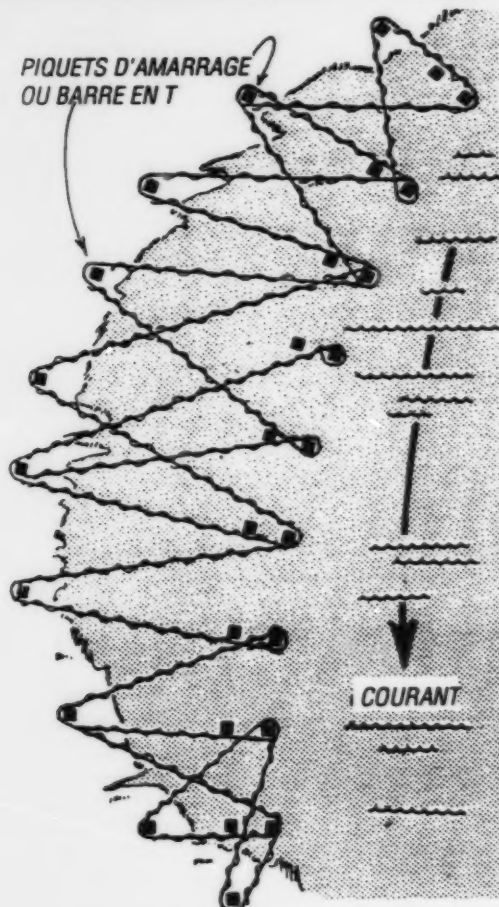
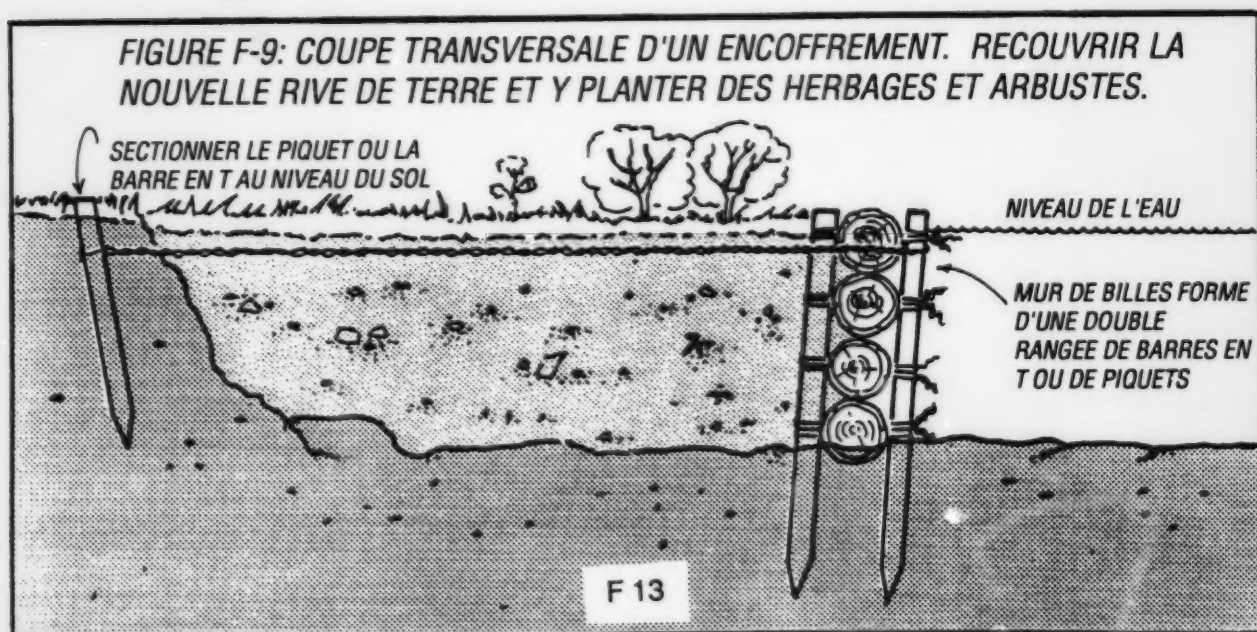


FIGURE F-7: ATTACHER LA RANGEE EXTERIEURE DE PIQUETS AU MUR, A L'AIDE D'UN CABLE D'ACIER DE GROS CALIBRE ET A DEUX BRINS.



***** ATTENTION: NE PAS EMPLOYER CETTE TECHNIQUE D'AMELIORATION NI AUCUNE AUTRE SANS APPROBATION PREALABLE.**

1.0 DESCRIPTION

Un déflecteur en éperon est une structure triangulaire construite au bord d'un cours d'eau pour améliorer l'habitat du poisson. Le déflecteur peut être construit en bois, avec des roches, des gabions ou une combinaison de tels matériaux.

Les déflecteurs peuvent être installés comme structures simples en alternance le long des deux rives, ou bien il peut s'agir de structures jumelles sur une ou plusieurs rangées. Dans un canal rectiligne, des déflecteurs placés en alternance peuvent faire dériver le courant et le rendre sinueux. Des déflecteurs doubles placés l'un en face de l'autre peuvent favoriser la formation en aval d'une longue tranchée profonde.

On donne une configuration basse aux déflecteurs afin que des conditions défavorables, comme la formation de gros glaçons ou des niveaux d'eau élevés, n'entraînent pas leur détérioration ou leur destruction.

2.0 OBJET

Les déflecteurs en éperon réduisent la largeur du cours d'eau, augmentant ainsi la profondeur de l'eau et les abris pour le poisson. L'augmentation de vitesse du courant entraîne la formation d'une cavité où le poisson peut s'abriter. Le courant plus fort emporte également le limon vers l'aval.

Les matériaux provenant des cavités sont déposés sur un côté du cours d'eau, en général près des extrémités des déflecteurs d'aval. Une végétation peut se constituer d'elle même dans ces matériaux, lorsqu'ils émergent en période de faible débit. Cette végétation peut devenir permanente, que le déflecteur reste en place ou non.

3.0 CONDITIONS LE CAS ECHEANT

Les déflecteurs en éperon devraient être utilisés dans des cours d'eau ou des portions de cours d'eau qui sont peu profonds ou dont le débit est lent. Les déflecteurs rétrécissent et creusent le cours d'eau, tout en produisant des méandres. Les cavités qui sont ainsi pratiquées par suite de l'augmentation de la vitesse de l'eau constituent des fosses pour le poisson.

Les déflecteurs ne devraient pas être employés dans une plaine inondable instable ou dans un canal formant des entrelacs, parce qu'ils peuvent y devenir rapidement inefficaces ou même accroître l'instabilité existante. De plus ils ne devraient pas être placés sur le côté extérieur d'une courbe, puisqu'il pourrait en résulter un problème d'érosion.

4.0 DIRECTIVES DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION

a. Procéder à l'étude complète de l'endroit du cours d'eau où les déflecteurs en éperon doivent être installés. L'étude devrait être effectuée en période de faible débit, lorsque les matériaux du lit du cours d'eau sont visibles et qu'ils peuvent être examinés en détail. Toutefois, si possible, une deuxième étude devrait être effectuée en période de débit élevé afin de mesurer les propriétés du courant. Grâce à l'examen du courant en période de débit élevé, on peut déterminer les endroits où placer les déflecteurs, puisque c'est durant de telles périodes que se creuse le lit du cours d'eau.

b. Examiner soigneusement les rives du cours d'eau pour déterminer quelle serait la mesure de l'érosion si les courants étaient modifiés de façon importante.

c. Si le déflecteur doit être construit près d'une rive que l'eau érode, lever les courbes de niveau de la rive selon une pente naturelle. Si la rive n'est pas constituée de matériaux poreux, déposer une couche de gravier d'une profondeur de 15 cm (6 po) sur la pente, avant d'y placer des rochers, afin d'empêcher un affaissement par suite des écoulements de surface et des infiltrations souterraines.

d. Les meilleurs endroits pour les déflecteurs en éperon sont les longues portions lentes ou bien les portions des seuils qui sont situées bien au-dessous de la crête des seuils (la crête d'un seuil capte déjà l'eau de la fosse située au-dessus de lui).

e. Placer les déflecteurs l'un en face de l'autre, des deux côtés du cours d'eau, pour creuser un passage. Installer les déflecteurs en zigzag, tantôt sur une rive, tantôt sur l'autre, pour produire un courant sinueux.

f. Séparer les déflecteurs d'environ 5 à 7 fois la largeur du cours d'eau. La longueur de la fosse ne devrait pas dépasser 5 fois la largeur du canal.

g. Un déflecteur, non plus qu'aucune autre structure, ne doit pas entraver plus d'un tiers de la largeur d'un cours d'eau.

h. Les inondations étant fréquentes au Nouveau-Brunswick, il est préférable de construire les déflecteurs à l'aide d'encoffrements ou de gabions remplis de roches, installation qui résistent mieux que les autres aux inondations.

i. Construire les déflecteurs durant l'été, en période de faible débit.

j. Les déflecteurs devraient être triangulaires, de telle sorte que l'eau passant au-dessus soit déviée selon un angle droit. Lorsqu'ils seront immergés durant les inondations, les déflecteurs triangulaires n'orienteront pas l'eau vers la rive du cours d'eau.

k. L'angle d'amont du déflecteur peut aller de 30 degrés à plus de 45 degrés. Les déflecteurs dont l'angle d'amont est important font dévier davantage d'eau vers la rive opposée, mais ils sont plus efficaces pour le creusement de cavités. Malheureusement, plus l'angle est important, plus forte est la butée du courant contre le déflecteur, ce qui accroît les risques de détérioration ou de destruction de celui-ci. Les déflecteurs faisant saillie complètement (grand angle d'amont) par rapport à la rive produisent généralement des fosses ou des seuils courts et larges, tandis que les déflecteurs dont le côté est dirigé vers l'aval (angle faible d'amont) produisent généralement des fosses ou des seuils longs et étroits.

l. La hauteur du déflecteur en éperon dépend des particularités du courant et des formations de glace. Le déflecteur est conçu pour fonctionner à des débits normaux, n'émergeant que de quelques pouces au-dessus du débit normal à sa pointe la plus éloignée de la rive, puis s'élevant progressivement au-dessus de la ligne des hautes eaux à mesure qu'il rejoint la rive. Ce modèle protégera la rive et empêchera le cours d'eau de balayer l'extrémité de la rive.

m. Utiliser un enrochement ou des gabions pour protéger les endroits où les déflecteurs en éperon touchent la rive. Stabiliser la rive jusqu'au-dessus de la ligne d'inondation, afin qu'elle ne soit pas attaquée par l'érosion en arrière ou au dessus de la structure durant les périodes de débit élevé.

n. Si la rive opposée au déflecteur n'est pas stable, la prémunir contre l'érosion à l'aide d'un enrochement.

o. Lorsque le fond du cours d'eau est formé de gros matériaux, creuser au préalable la fosse ou le passage souhaité, afin d'accélérer le processus d'érosion naturelle et de favoriser l'implantation d'un habitat convenable.

5.0 ETAPES DE MISE EN OEUVRE

5.1 Encoffrement avec déflecteurs formés de roches (voir figure G-1).

On devrait employer cette méthode si l'on dispose de billes résistantes à l'eau (pruche ou cèdre). Les déflecteurs à encoffrement peuvent être construits sur des sites où se produisent des inondations modérées à élevées.

- a. Trouver un endroit qui convient à la construction du déflecteur.
- b. Déterminer la taille du déflecteur et la surface qu'il doit couvrir.
- c. Se procurer les matériaux nécessaires, comme les billes, les barres d'armature, et des pointes d'acier suffisamment longues pour passer au travers des billes.
- d. Creuser le lit du cours d'eau jusqu'à un fond solide afin d'empêcher l'affaissement. Le trou devrait avoir une profondeur d'au moins 30 cm (12 po).
- e. Creuser une tranchée dans la rive du cours d'eau pour y insérer les extrémités de la bille principale et des renforts. Les billes devraient être enfoncées dans la rive du cours d'eau sur une longueur allant de 1,2 m à 2,4 m (4 pi à 6 pi). Bien s'assurer que les billes sont placées au bon angle.
- f. Forer des trous dans les billes de fond de la charpente. Placer les billes et enfoncer les barres d'armature dans les trous et dans le fond du cours d'eau, pour bien assujettir les billes. Enfoncer des barres en T dans le lit du cours d'eau près du déflecteur et à l'intérieur de celui-ci, pour amarrer davantage la structure. Fixer les barres en T aux billes à l'aide de fil de fer galvanisé. Les barres en T ne devraient pas dépasser le sommet des billes.
- g. Le renfort devrait être cloué à une distance allant de 46 cm à 61 cm (18 po à 24 po) de l'extrémité de la bille principale. Elle ne devrait pas déborder la bille principale, au sommet du déflecteur.

h. Si la structure est formée de billes superposées, bien les attacher ensemble à l'aide de chevilles galvanisées. Il convient de forer les billes au préalable, afin d'éviter qu'elles ne se fendent.

i. Maintenir la bille principale dans l'assiette de l'installation, à l'aide de billes diagonales et verticales.

j. Enlever l'écorce des billes qui seront exposées à la fois à la sécheresse et à l'humidité. Les billes qui sont toujours immergées résistent très bien à la putréfaction.

k. Remplir la structure de roches, après qu'elle est construite à la hauteur désirée.

l. Aux endroits où les inondations ne dépasseront pas le déflecteur, étaler de la terre sur le sommet de la structure et y planter des herbages et des arbustes.

m. Protéger la rive située derrière le déflecteur.

5.2 Déflecteurs formés de roches

Ces déflecteurs devraient être construits aux endroits où les inondations sont faibles à modérées, en raison du fait qu'ils ne résistent pas aussi bien que les déflecteurs à encoffrement à la butée du courant et à la glace. Il devrait y avoir beaucoup de roches sur les lieux ou à une distance raisonnable.

a. Choisir l'endroit le plus indiqué pour construire le déflecteur.

b. Déterminer la taille du déflecteur et la surface qu'il doit couvrir.

c. Creuser le lit du cours d'eau jusqu'à ce que l'on touche un fond solide, afin de prévenir l'affaissement. Le trou devrait avoir une profondeur d'au moins 30 cm (12 po).

d. Employer de gros rochers, de 36 à 38 cm (14 à 15 po) pour construire la lisière extérieure du déflecteur. Placer le plus gros rocher au sommet. Les gros rochers devraient être placés sur le côté d'amont du déflecteur, près du fond. Utiliser des roches plus petites pour remplir le centre du déflecteur. Lorsqu'on utilise des structures rocheuses, les rochers de l'extérieur devraient avoir un diamètre d'au moins 60 cm.

e. Pour bien assujettir le déflecteur, le côté d'amont devrait être pourvu d'une double rangée de gros rochers. La première rangée devrait être bien assise dans le lit du cours d'eau. Placer les rochers en zigzag afin de consolider la structure.

f. Placer les roches plus petites et le gravier dans les interstices le long de la face d'amont et sur le sommet du déflecteur. Si le sommet du déflecteur se situe au-dessus de la ligne des inondations, on peut l'ensemencer.

g. Il ne devrait pas y avoir de rupture entre le déflecteur et l'enrochement utilisé pour protéger la rive.

6.0 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Vérifier les déflecteurs chaque année pour s'assurer qu'ils sont encore en bon état. Stabiliser les rives que l'eau érode. S'assurer que les fosses et les passages sont creusés aux bons endroits et qu'ils sont suffisamment profonds et larges pour abriter le poisson.

7.0 FACTEURS DE COUT

Les coûts de cette technique se limitent essentiellement à l'achat et au transport des matériaux de construction.

8.0 AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

- a. elle donne un abri au poisson;
- b. elle peut empêcher les alluvions de s'accumuler en aval du cours d'eau;
- c. elle peut faciliter la stabilisation des rives, enrayant ainsi l'érosion.

9.0 INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE

- a. la construction peut être très coûteuse;
- b. il se peut que l'utilisation d'un équipement lourd soit nécessaire dans le cours d'eau;
- c. si la structure est mal située et mal installée, elle peut entraîner des problèmes d'érosion et accroître l'instabilité des rives.

10.0 EXEMPLES D'UTILISATION

On utilise depuis longtemps des déflecteurs en éperon pour améliorer les cours d'eau. Au Nouveau-Brunswick, on les a employés pour des travaux de mise en valeur effectués sur la rivière Tracadie et la rivière Tabusintac. Ces deux expériences ont montré que la conception de la structure selon un angle de 45 degrés ne permet pas de creuser une fosse aussi grande ou aussi profonde qu'on le souhaiterait. Pour obtenir la taille et la profondeur désirées, les déflecteurs ont été construits à angle droit par rapport à la rive, et même à angle obtus par rapport à l'amont, ce qui a entraîné la formation de fosses profondes et ovales se prolongeant sur une distance de 15 à 18 m (50 à 60 pi) en aval du sommet des déflecteurs.

L'insuccès, au Nouveau-Brunswick, des déflecteurs en éperon installés pour former un angle inférieur à 90 degrés résulte probablement du fait que nous avons affaire à des rivières dont les lits sont rocheux. Une structure installée de façon à former un angle droit ou un angle obtus par rapport à l'amont produira une plus grande turbulence que les structures présentant un angle de 45 degrés ou davantage par rapport à l'aval, et elle augmentera la vitesse d'écoulement nécessaire pour le creusage du fond rocheux. L'angle de 45 degrés est recommandé suite à des expériences effectuées en Ontario et en Pennsylvanie, où les matériaux du fond des cours d'eau sont souvent plus fins et peuvent se creuser avec un débit moindre. D'après les expériences effectuées en Colombie-Britannique, les déflecteurs orientés vers l'aval ne produisent pas une vitesse d'écoulement suffisant pour bien creuser les matériaux du fond des cours d'eau.

Un déflecteur disposé à angle droit ou formant un angle obtus par rapport à l'amont accumulera en général davantage de débris qu'un déflecteur de conception ordinaire. Il peut en résulter une obstruction du cours d'eau, puis une inondation.

11.0 OUVRAGES DE REFERENCE

Gouvernement du Canada, Ministère des Pêches et des Océans, 1980.

Michigan Department of Conservation, Fish Division..

Miller, J.G. et R. Tibbot, 1983.

Seehorn, Monte E., 1985.

United States Department of Agriculture, Forest Service, 1969.

United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1979.

Washburn and Gillis Associates Ltd., 1986.

White, Ray J. et Oscar M. Brynildson, 1967.

Wingate, P.J. et autres, 1979.

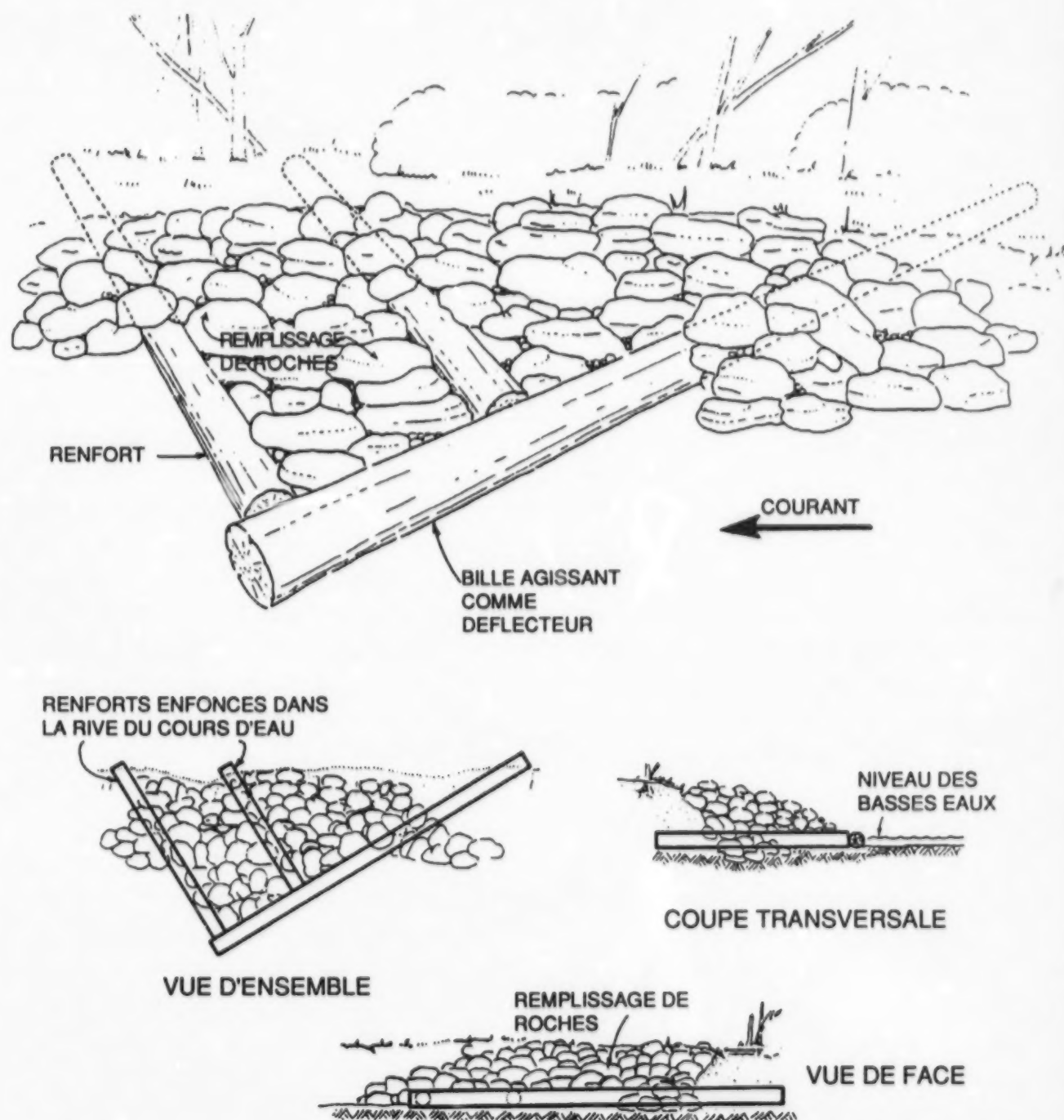


FIGURE G-1: ENCOFFREMENT AVEC DEFLECTEUR ROCHEUX.

Travaux d'amélioration de l'habitat du poisson

FORMULAIRE DE PROPOSITION

a) Nom du groupe ou de l'association

Code postal

Téléphone

b) Nom de la personne-ressource

Code postal

Téléphone

c) Décrivez brièvement votre organisation, sans omettre le nombre de membres, vos objectifs, votre intérêt pour ce projet, les autres activités auxquelles vous avez participé, etc.

d) Combien de membres de votre organisation participeront à ce projet? _____

e) Veuillez nommer les autres organisations susceptibles de participer à ce projet, ainsi que le nombre de personnes concernées.

2. CARTE TOPOGRAPHIQUE

Une carte topographique devrait être photocopiée pour montrer l'endroit où se dérouleront vos travaux d'amélioration de l'habitat. Prière d'indiquer la nappe d'eau qui doit être modifiée et de donner les renseignements suivants:

ECHELLE:

CARTE No:

COLLECTIVITE LA PLUS PROCHE:

Annexez la carte à la dernière page de la présente proposition.

3. DESCRIPTION DE L'ENDROIT DES TRAVAUX

a) Renseignements généraux

Nom du cours d'eau: _____

Collectivité la plus proche: _____

Les travaux se dérouleront sur: un terrain de la Couronne ()
 un terrain privé ()
 les deux ()

Pour les questions qui suivent, veuillez cocher l'information pertinente et donner d'autres détails:

b) Genre de nappe d'eau

Détails

cours d'eau	()	_____
rivière	()	_____
lac	()	_____
marécages	()	_____
estuaire	()	_____
endroit côtier	()	_____
autre	()	_____

c) Propriétés de la nappe d'eau

Détails

peu profonde, calme	()	_____
peu profonde, courant faible	()	_____
peu profonde, courant rapide	()	_____
profonde, calme	()	_____
profonde, turbulente	()	_____
autre	()	_____

d) Propriétés du fond

Détails

fines particules (limon, sable, argile)	()	_____
gravier	()	_____
galets	()	_____
rochers	()	_____
végétation	()	_____
autre	()	_____

e) Stabilité des rives

Détails

pas d'érosion	()	_____
peu d'érosion (moins de 50 pour cent)	()	_____
beaucoup d'érosion (plus DE50 pour cent)	()	_____
érosion lente	()	_____
érosion rapide	()	_____

f) Végétation du bord de l'eau (jusqu'à 10 m des rives)

Détails

pâturages	()	_____
herbages et arbustes	()	_____
arbustes épais	()	_____
arbres parvenus à maturité	()	_____
végétation de marécages d'eau douce	()	_____
végétation de marécages d'eau salée	()	_____
végétation de dune	()	_____
autre	()	_____

g) Végétation aquatique

Détails

aucune	()	_____
algues	()	_____
herbes	()	_____
feuilles	()	_____

h) Refuges pour le poisson

Détails

rive creusée	()	_____
rochers	()	_____
végétation aquatique	()	_____
billes / arbres	()	_____
autre	()	_____

4. DEFINITION DU PROBLEME: Pour les questions qui suivent, veuillez cocher l'information pertinente et donner d'autres détails. Choisir les catégories générales pertinentes avant les problèmes particuliers.

a) Problèmes de passage

Détails

barrages de castors	()	_____
barrages artificiels	()	_____
passes à poisson défectueuses	()	_____
mauvaises installations	()	_____
ponceaux	()	_____
amoncellement de billes	()	_____
autres obstructions	()	_____

b) Opérations industrielles**Détails**

exploitation forestière (par exemple

défrichage)

()

agriculture (par exemple labourage)

()

remblayage

()

dragage ou déversement

()

construction de routes

()

enlèvement de gravier

()

rigoles d'irrigation

()

autre

()

c) Erosion et formations limoneuses**Détails**

bétail le long de la rive

()

ravins érodés

()

formation de limon

()

absence de végétation

()

fossés de drainage mal placés

()

autre

()

d) Qualité de l'eau et quantité d'eau**Détails**

pompage de l'eau

()

évacuation des eaux usées

(industrielles)

()

évacuation des eaux usées

(municipales)

()

utilisation récréative

()

élimination des déchets

de poisson importante

()

construction domiciliaire

()

ordures et autres débris

()

autre

()

e) Divers

Détails

embarcadère ou quai mal placé	()	_____
dommages causés par la glace	()	_____
zone de frai restreinte	()	_____
zone d'élevage ou d'alevinage restreinte	()	_____
habitat pour poissons adultes restreint	()	_____

Si l'espace est insuffisant, veuillez annexer d'autres feuilles.

5. RESSOURCES HALIEUTIQUES - prière de cocher

a) Espèces présentes	Beaucoup	Assez	Peu
omble de fontaine	_____	_____	_____
truite arc-en-ciel	_____	_____	_____
touladi	_____	_____	_____
saumon de l'Atlantique	_____	_____	_____
ouananiche	_____	_____	_____
gaspereau	_____	_____	_____
éperlan	_____	_____	_____
bar d'Amérique	_____	_____	_____
autres	_____	_____	_____

6. DESCRIPTION DES TRAVAUX

a) Quelles espèces entendez-vous mettre en valeur?

b) Décrire l'ouvrage proposé (si l'espace est insuffisant, prière d'annexer d'autres feuilles)

c) Quel est le calendrier proposé pour les travaux?

d) Quelle sera la durée totale des travaux?

e) Quels sont les besoins d'entretien de l'ouvrage proposé?

Veillez indiquer les renseignements suivants sur votre dessin:

- endroit et désignation de la nappe d'eau;
- routes, ponts et maisons situés près de l'endroit;
- endroits où le problème se manifeste et genre de problème, dans la nappe d'eau ou au bord de celle-ci;
- direction du courant, endroit des fosses, des seuils, des chutes, etc.;
- genre de la terre environnante, utilisation qui en est faite (par exemple, champs, forêts, zones de défrichage), et mode de propriété;
- distances approximatives (par exemple, largeur du cours d'eau, longueur de l'endroit concerné, distance de la voie publique, etc.);
- direction approximative du nord magnétique.

8. RETOMBEES DES TRAVAUX

Énoncez brièvement les retombées qui découleront de votre projet (par exemple, amélioration de l'habitat du poisson, sensibilisation accrue à cette ressource, encouragement de la solidarité communautaire, etc.)

[illegible]

Insérez les annexes ici (cartes, notes, etc.).

DEMANDE D'ACCEPTATION

Nous, le _____ (nom du groupe)
de _____ (endroit au Nouveau-Brunswick) demandons par
les présentes que soit acceptée la proposition ci-dessus portant sur des travaux d'amélioration de
l'habitat du poisson. Si la proposition est approuvée, nous nous engageons à fournir au Ministère
des Pêches et des Océans, des états d'avancement des travaux et un rapport final de nos activités.

Si la proposition est acceptée, nous nous engageons à souscrire à une police d'assurance-
responsabilité pour les personnes qui participeront à nos activités. De plus, nous reconnaissons
que le gouvernement du Canada et le gouvernement du Nouveau-Brunswick ne répondent
d'aucune blessure corporelle ou perte matérielle qui pourraient être causées par les membres des
groupes participants.

Signature _____ Qualité _____

Signature _____ Qualité _____

Date _____ Endroit _____

NOTE: Le fait de remplir ce formulaire de demande ne garantit pas l'acceptation de la proposition
ou d'une partie quelconque de cette proposition. Si la proposition est acceptée, le groupe ou
l'association en sera officiellement informé.

FORMULAIRE D'APPROBATION DU PROPRIETAIRE

Je, _____ (nom), de _____ (adresse),
au Nouveau-Brunswick, certifie que je suis le propriétaire de la parcelle de terrain
n ° _____ (SCIF) sis sur les rives de
_____ (nom de la nappe d'eau) dans
la comté de _____.

J'autorise par la présente le _____ (nom
de l'association) à utiliser cette parcelle de terrain comme voie d'accès, source de matériaux, lieu de
modifications, etc., en vue d'améliorer l'habitat du poisson. Il est entendu que ce droit est conféré
pour la période allant du _____ (date) au _____ (date) et
que je peux annuler la présente autorisation immédiatement en signifiant un avis écrit à
l'association. Je ne serai pas responsable des blessures corporelles ou dommages matériels
résultant des travaux d'amélioration, et je ne tiendrai pas non plus responsables de telles blessures
ou tels dommages le Ministère des Pêches et des Océans, l'association ou quiconque participe aux
travaux d'amélioration.

Signature _____ Date _____

Témoin _____ Date _____